



UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE

Faculté d'Éducation

Doctorat en éducation

L'ENSEIGNEMENT PAR PROJETS EN SCIENCES ET TECHNOLOGIES : ÉTUDES DES  
PRATIQUES D'ENSEIGNEMENT CHEZ DES ENSEIGNANTS DU SECONDAIRE AU  
QUÉBEC

par

Fatima Bousadra

Thèse présentée à la Faculté d'éducation

en vue de l'obtention du grade de

Philosophiæ Doctor (Ph.D.)

Février 2014

© Fatima Bousadra, 2014



UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE

Doctorat en éducation

L'ENSEIGNEMENT PAR PROJETS EN SCIENCES ET TECHNOLOGIES : ÉTUDES DES  
PRATIQUES D'ENSEIGNEMENT CHEZ DES ENSEIGNANTS DU SECONDAIRE AU  
QUÉBEC

La thèse a été évaluée par un jury composé des personnes suivantes :

**PRÉSIDENT DU JURY**

Jean-Pascal Lemelin, vice-doyen à la recherche, Faculté d'éducation

**MEMBRES DU JURY**

**Directeur de recherche**

Le professeur Abdelkrim Hasni

**Codirecteur de recherche**

Le professeur Dominique Lefebvre

**Examinatrice externe**

La professeure Diane Gauthier

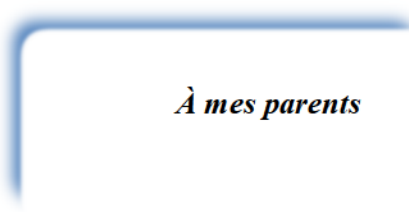
**Examineur interne**

Le professeur Jean-Marc Drouet

**Examinatrice interne**

La professeure Johanne Lebrun

Thèse soutenue le 27 février 2014



*À mes parents*

## SOMMAIRE

Le système éducatif québécois a entrepris, depuis environ une douzaine d'années, l'implantation d'une réforme majeure aux ordres primaire et secondaire. L'enseignement des sciences et technologies (ST), comme celui des autres disciplines, a été entièrement revu. Le nouveau programme, intitulé *Programme disciplinaire de la science et de la technologie*, marque une rupture nette avec les anciens programmes autant dans la structure que dans la logique de formation.

Parmi les choix curriculaires retenus, mentionnons l'intégration des sciences et des technologies en une seule discipline, le recours au concept de compétence comme cadre organisateur de la formation, la prise en considération des problématiques sociales comme l'environnement et la santé ainsi que l'adoption d'une perspective épistémologique d'inspiration constructiviste. Sur le plan pédagogique, les enseignants de ST sont encouragés à recourir à des situations d'enseignement-apprentissage ouvertes, contextualisées et intégratives (MELS, 2006).

Pour répondre à ces attentes, le discours officiel place l'enseignement par projets (EPP) parmi les approches pédagogiques qui permettraient de mettre en œuvre ces orientations. Dans ce contexte de changement, l'enseignement des savoirs disciplinaires est fortement interpellé comme le rapportent des écrits scientifiques produits au Québec et ailleurs. En effet, si plusieurs recherches montrent des effets positifs du recours à l'enseignement par projets sur les apprentissages des élèves en ST, d'autres mettent en évidence la grande difficulté de concilier la logique des savoirs disciplinaires et les caractéristiques de l'EPP. Dans l'un ou l'autre des cas, les auteurs convergent sur l'importance du rôle de l'enseignant dans la réussite de la mise en œuvre de cet enseignement dans le cas de ces disciplines.

La relation entre l'enseignement de ces savoirs et l'enseignement par projets nous semble importante à saisir du fait qu'elle renvoie à plusieurs enjeux : quelle place occupent les savoirs disciplinaires parmi tous les apprentissages qui peuvent être visés par le recours à des projets en classe? Quels types de savoirs disciplinaires sont visés? Quelle relation existe-t-il entre les activités menées lors du déroulement des projets et les savoirs visés? Quelles tâches d'apprentissage sont alors proposées dans ce cadre pour amener les élèves à s'appropriier ces savoirs?

Pour saisir ces questionnements, nous avons retenu les pratiques d'enseignement comme angle d'approche. En effet, malgré l'abondance des écrits sur l'EPP, en raison de la diversité des orientations et des objets de recherche associés à ce type d'enseignement, nous avons relevé une entrée peu documentée de ces pratiques, à savoir, leur description en tenant compte du contexte ordinaire de l'enseignant sans aucune forme d'intervention du chercheur. Notre objectif général de recherche est ainsi de décrire les pratiques d'enseignement chez des enseignants de ST lors du recours à l'enseignement par projets pour enseigner des savoirs disciplinaires.

Le cadre conceptuel retenu a été construit en articulant trois concepts issus de champs connexes. Les travaux en didactiques des sciences et technologies ont été mobilisés en ce qui concerne les caractéristiques des savoirs disciplinaires propres aux ST ainsi que les conditions à mettre en œuvre pour favoriser leur appropriation par les élèves. D'un point de vue pédagogique, les fondements théoriques de l'EPP ainsi que des travaux anglophones sur cette approche en ST nous ont permis de dégager les caractéristiques de celle-ci. Le concept des pratiques d'enseignement a servi comme base pour l'élaboration du cadre utilisé pour appréhender d'un point de vue conceptuel le travail de l'enseignant lorsqu'il met en œuvre une situation d'enseignement-apprentissage en classe.

Les données utilisées sont issues d'une banque de données comportant une centaine d'enregistrements vidéo précédés par des entrevues dans lesquelles les enseignants présentent leurs intentions en termes d'apprentissages, des démarches utilisées, du déroulement détaillé de chaque période et des ressources mobilisées. Dans les entrevues qui suivent les enregistrements, les enseignants reviennent sur leurs séances pour faire part d'éventuels ajustements qui n'étaient pas prévus. Nous avons choisi, au hasard, un échantillon d'enseignants en considérant une seule contrainte méthodologique : ils doivent avoir explicité le fait qu'ils ont eu recours à l'EPP dans les séances enregistrées. Les projets ont été planifiés par eux et portent sur des contenus scientifiques ou technologiques de leurs choix. Aucune consigne ne leur a été fixée à l'exception de permettre au chercheur d'enregistrer l'ensemble des séances du projet.

Les résultats de cette étude montrent que ces enseignants entretiennent des conceptions très variées à propos des caractéristiques de l'EPP en ST, ce qui conduit à une diversité des modalités de mise en œuvre en classe. Ainsi, pour certains, l'EPP nécessite la réalisation d'un

produit final qui oriente les activités d'apprentissage. D'autres l'assimilent à l'enseignement par problèmes; dans ce cas, les activités sont structurées surtout par le processus de résolution de problèmes, lequel aboutit ou non à un produit. Pour d'autres, le projet est plutôt une séquence de plusieurs périodes successives traitant d'un ensemble de notions composant un thème<sup>1</sup> tel qu'il apparaît dans le Programme de formation de l'école québécoise.

Par ailleurs, les motifs mis de l'avant pour justifier le recours à ces projets révèlent une centration sur des finalités d'ordre psychopédagogique. Les justifications sont en effet marquées par le souci de rehausser la motivation des élèves et par la volonté de leur assurer des conditions qui leur permettent de prendre en charge leurs apprentissages. Un seul enseignant a évoqué le potentiel de la situation du projet sous l'angle de son apport à l'apprentissage des savoirs visés.

La présente recherche lève le voile sur une partie très problématique dans les pratiques des enseignants lorsqu'ils traitent des savoirs et savoir-faire scientifiques et technologiques en recourant à des projets. L'entrée retenue a permis de mettre en évidence des lacunes tangibles dans la mise en œuvre des conditions d'apprentissage qui seraient à même de favoriser l'élaboration conceptuelle, et ce, chez la majorité des enseignants. En effet, l'articulation des caractéristiques des projets, véhiculées par les mises en situation, les problèmes et les produits réalisés, et les traces des savoirs visés qu'un seul enseignant a proposé un contexte qui, à la fois, fait partie de la vie quotidienne des élèves et tient compte des enjeux épistémologiques du concept visé. Pour le reste, deux cas de figure ont été constatés.

D'un côté, on retrouve des projets dont les savoirs scientifiques ou technologiques sont d'un intérêt secondaire, voire inutile pour les activités réalisées; la centration porte surtout sur la réalisation des produits. De l'autre côté, lorsque les problèmes se prêtent bien à des savoirs en ST, les modalités de leur traitement avec les élèves ignorent les connaissances scientifiques ou technologiques des élèves en tenant pour acquis qu'une situation devient problématique aux yeux des élèves par la simple lecture du problème en question; la centration porte alors sur les savoirs.

---

<sup>1</sup> Le terme thème est entendu au sens que lui donne le Programme officiel.

## TABLE DES MATIÈRES

<b>SOMMAIRE.....</b>	<b>1</b>
<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>1</b>
<b>CHAPITRE PREMIER- LA PROBLÉMATIQUE.....</b>	<b>3</b>
1. LE CONTEXTE GÉNÉRAL DE LA RECHERCHE : LA RECONFIGURATION PROFONDE DU PROGRAMME DE SCIENCES ET TECHNOLOGIES AU SECONDAIRE .....	3
1.1. Les intentions poursuivies dans le nouveau programme.....	4
1.2. La structure des programmes de ST .....	5
1.2.1. Les domaines d'apprentissages disciplinaires.....	6
1.2.2. Les domaines généraux de formation .....	8
1.2.3. Les compétences transversales.....	9
1.3. Une nouvelle conception de l'apprentissage .....	10
1.4. En synthèse.....	11
2. L'ENSEIGNEMENT DES ST AU QUÉBEC DANS LE CADRE DE L'APPROCHE PAR COMPÉTENCES...	13
2.1. Les objets de formation prescrits dans le nouveau programme de ST .....	13
2.1.1. Les compétences disciplinaires .....	14
2.1.2. Les contenus de formation .....	14
2.2. Le contexte pédagogique prescrit : quelques caractéristiques.....	15
2.3. Les implications sur l'enseignement des savoirs disciplinaires .....	17
3. L'ENSEIGNEMENT PAR PROJETS EN SCIENCES ET TECHNOLOGIES DANS LE DISCOURS OFFICIEL QUÉBÉCOIS.....	20
4. POURQUOI RECOURIR À DES PROJETS EN ST? : PRINCIPALES JUSTIFICATIONS RAPPORTÉES DANS LES ÉCRITS SCIENTIFIQUES.....	23
4.1. Un regain d'intérêt pour l'EPP : différents motifs, différentes finalités .....	23
4.1.1. Le recours à l'EPP en ST : les motifs .....	24
4.1.2. Le recours à l'EPP en ST : les finalités.....	25
4.2. Les effets positifs associés au recours à l'EPP.....	27
4.2.1. Un cadre favorable pour la contextualisation des savoirs scientifiques et technologiques.....	27
4.2.2. Un effet bénéfique sur l'appropriation des savoirs disciplinaires et l'initiation aux démarches propres à ces disciplines .....	30



4.2.3.	Un effet bénéfique sur la motivation des élèves et leur intérêt envers les sciences et technologies .....	32
4.3.	Les limites et les critiques du recours à l'EPP : des dérives et des mises en garde .....	33
5.	L'EPP ET LES SAVOIRS DISCIPLINAIRES EN SCIENCES ET TECHNOLOGIES : UN RAPPORT DE TENSION .....	37
5.1.	Le statut des savoirs disciplinaires en ST dans le contexte de l'EPP dans un projet scientifique et technologique.....	37
5.2.	La nature des savoirs couverts dans les projets scientifiques et technologiques.....	39
5.3.	En synthèse : l'importance de décrire les modalités du recours à l'EPP et le potentiel qu'il offre à l'appropriation des savoirs en ST .....	42
6.	LES PRATIQUES D'ENSEIGNEMENT COMME ANGLE D'APPROCHE DE CETTE ÉTUDE .....	44
	<b>CHAPITRE DEUXIÈME- LE CADRE CONCEPTUEL.....</b>	<b>47</b>
1.	L'ENSEIGNEMENT DES SCIENCES ET TECHNOLOGIES : LES SAVOIRS DISCIPLINAIRES ET LEUR APPROPRIATION .....	47
1.1.	Les savoirs conceptuels .....	50
1.2.	Les savoir-faire .....	55
1.3.	L'articulation entre les savoirs conceptuels et les savoir-faire dans l'activité scientifique et technologique : les démarches scientifiques et technologiques .....	56
1.3.1.	Caractéristique des démarches scientifiques et technologiques : une diversité, mais avec des points caractéristiques communs .....	59
2.	L'ENSEIGNEMENT PAR PROJETS : FONDEMENTS ET CARACTÉRISTIQUES .....	65
2.1.	Les fondements de l'enseignement par projets .....	65
2.1.1.	Sur le plan cognitif : la connaissance passe par l'action .....	65
2.1.2.	L'intérêt intrinsèque au service de la connaissance .....	69
2.1.3.	Sur le plan de la formation sociale : l'école n'a pas d'autre fin que de servir la vie sociale .....	71
2.2.	Les définitions de l'enseignement par projets : qu'est-ce qui caractérise ce type d'enseignement? .....	74
2.2.1.	Des caractéristiques génériques .....	74
2.2.2.	En synthèse des définitions génériques : des dimensions pour caractériser l'EPP lors de l'analyse des pratiques .....	79
2.3.	La caractérisation de l'enseignement par projets dans le cadre de l'enseignement des sciences et technologies.....	80
2.3.1.	Les caractéristiques du project-based science .....	81

2.3.2.	Une caractérisation de l'enseignement par projets en ST d'un point de vue didactique .....	85
2.4.	En synthèse .....	88
3.	LES DIMENSIONS RETENUES POUR ABORDER L'ENSEIGNEMENT DES ST DANS LE CONTEXTE DU RECOURS À L'EPP.....	90
4.	LES PRATIQUES D'ENSEIGNEMENT .....	95
4.1.	Repères pour caractériser les pratiques d'enseignement.....	95
4.2.	Les pratiques d'enseignement d'un point de vue didactique .....	98
5.	LES OBJECTIFS SPÉCIFIQUES DE LA RECHERCHE.....	101
	<b>CHAPITRE TROISIÈME- LE CADRE MÉTHODOLOGIQUE.....</b>	<b>103</b>
1.	LE PROTOCOLE DE RECUEIL DES DONNÉES DANS LE PROJET GLOBAL .....	104
1.1.	La procédure de recueil de données .....	108
1.2.	Les instruments de recueil des données .....	110
2.	LE PROTOCOLE DE RECHERCHE SPÉCIFIQUE À NOTRE ÉTUDE .....	111
2.1.	La procédure d'identification des sujets participants .....	112
2.2.	Les données retenues pour l'analyse et les corpus ciblés.....	114
3.	LA PROCÉDURE DE TRAITEMENT ET D'ANALYSE DES DONNÉES .....	116
3.1.	La procédure d'analyse des entrevues : la construction de la grille d'analyse et les techniques utilisées.....	117
3.1.1.	Les techniques de traitement des données textuelles : orientations considérées pour l'analyse de contenu.....	117
3.1.2.	La construction de la grille d'analyse .....	120
3.2.	La procédure de traitement des enregistrements vidéo : la grille d'analyse et les techniques utilisées.....	129
3.2.1.	Quelques postulats théoriques de l'analyse thématique selon Tiberghien et ses collaborateurs .....	129
3.2.2.	Les techniques utilisées dans le cadre d'une analyse par décomposition en thèmes de savoir .....	132
3.2.3.	Les techniques d'analyse retenues pour notre étude : une adaptation de l'analyse par décomposition en thèmes de savoirs combinée à l'utilisation du point de vue de l'enseignant dans la délimitation d'un thème .....	136
3.2.4.	La synthèse de la procédure générale de traitement des vidéos.....	141
3.2.5.	L'utilisation des transcriptions : analyse fine des tâches portant sur les savoirs conceptuels.....	149
3.2.6.	En synthèse.....	151



<b>CHAPITRE QUATRIÈME- LES RÉSULTATS DE LA RECHERCHE.....</b>	<b>154</b>
1. LES CARACTÉRISTIQUES DE L'ÉCHANTILLON.....	154
2. LA DESCRIPTION SOMMAIRE DES PROJETS MIS EN ŒUVRE .....	157
3. LES INTENTIONS D'APPRENTISSAGES DÉCLARÉES.....	159
3.1. Les contenus d'apprentissages énoncés .....	160
3.2. Les dimensions ciblées des savoirs énoncés .....	163
3.3. Le statut des contenus visés dans les projets.....	166
3.3.1. Des objets disciplinaires en ST nouveaux et d'autres vus antérieurement et réutilisés dans les projets.....	166
3.3.2. Des objets vus antérieurement dans d'autres domaines d'apprentissages et réutilisés dans les projets.....	168
4. LA PLACE DES SAVOIRS DISCIPLINAIRES.....	170
4.1. Le temps de classe consacré aux contenus déclarés.....	171
4.1.1. Les objets d'apprentissages traités et le temps qui leur est consacré .....	173
4.1.2. Le temps consacré aux différents apprentissages selon leur statut .....	183
5. EN SYNTHÈSE .....	189
6. LES CARACTÉRISTIQUES ASSOCIÉES À L'ENSEIGNEMENT PAR PROJETS .....	193
6.1. Les caractéristiques de l'EPP : portrait général.....	194
6.2. Les caractéristiques de la situation de départ du projet.....	201
6.2.1. Des situations qui évoquent les métiers associés aux sciences et technologies .....	203
6.2.2. Des situations qui renvoient à des préoccupations sociales .....	205
6.2.3. Des situations qui présentent des problèmes.....	207
6.2.4. Un autre usage de la mise en situation : un contexte pour l'évaluation des compétences .....	214
6.3. Les modalités de recherche ou de résolution des problèmes mises en œuvre dans le cadre des projets .....	218
6.3.1. Les liens avec des démarches scientifiques ou technologiques .....	218
6.3.2. Les modalités d'investigation associées aux problèmes utilisées dans les projets.....	222
6.4. Les caractéristiques des produits réalisés.....	225
6.4.1. L'utilisation visée ou potentielle des produits visés .....	226
6.4.2. Les liens entre les produits réalisés et les savoirs visés .....	227

6.4.3.	Des ajustements du temps reliés à la réalisation du produit final .....	233
6.4.4.	Une révision à la baisse des attentes de départ au regard des produits attendus .....	234
6.4.5.	En synthèse.....	236
6.4.6.	Les modalités d'organisation du travail en classe.....	237
6.5.	Les modalités d'organisation de la classe durant les moments orientés vers les apprentissages.....	238
<b>CHAPITRE CINQUIÈME- DISCUSSION DES RÉSULTATS .....</b>		<b>249</b>
1.	DES PRATIQUES VARIÉES, MAIS AVEC DES CONVERGENCES .....	249
1.1.	Des pratiques qui s'inscrivent dans les orientations du nouveau programme.....	249
1.1.1.	Une prise en charge des compétences disciplinaires.....	250
1.1.2.	Une relation univoque entre les savoirs disciplinaires et les compétences ..	254
1.1.3.	Une centration sur la compétence reliée à la communication en ST .....	257
1.1.4.	Une prise en charge des compétences transversales .....	261
1.1.5.	Des tentatives d'intégrer les différents univers du programme de ST .....	264
1.1.6.	Des tentatives de faire des liens entre les sciences et les mathématiques ....	268
1.1.7.	En conclusion .....	269
1.2.	Les conditions de l'élaboration conceptuelle mises à la disposition de l'élève dans le contexte des projets mis en œuvre .....	271
2.	LES CARACTÉRISTIQUES DES PROJETS MIS EN ŒUVRE : QUELLE ARTICULATION AVEC LES SAVOIRS ET LES SAVOIR-FAIRE SCIENTIFIQUES ET TECHNOLOGIQUES VISÉS?.....	276
2.1.	Les situations de départ traitées et les produits : relation avec les savoirs visés.....	280
2.2.	Les produits réalisés et les savoirs visés .....	280
<b>CONCLUSION .....</b>		<b>287</b>
<b>RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....</b>		<b>296</b>
Annexe 1 Structure du PFEQ.....		313
Annexe 2 Contenus de formation du programme de ST.....		314
Annexe 3 Liste des documents officiels consultés .....		318
Annexe 4 Guide d'entrevue pré-enregistrement .....		319
Annexe 5 Guide d'entrevue post-enregistrement .....		323
Annexe 6 Portrait des données utilisées ainsi que le corpus ciblé .....		325
Annexe 7 Exemple d'un synopsis extrait des travaux de Tiberghien et ses collaborateurs .....		328
Annexe 8 Les thèmes de savoir traités en classe et les intentions déclarées .....		329

Annexe 9 Diagrammes de codages des séquences vidéo exportées du logiciel <i>StudioCode</i> .....	331
Annexe-10 Exemple d'une affiche présentée par des élèves dans le cadre du projet P3 .....	333

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1- Données sur enregistrements vidéo utilisées	114
Tableau 2 Extraits illustrant les catégories de la rubrique des intentions d'apprentissage déclarées	123
Tableau 3 Grille d'analyse des caractéristiques de l'EPP	128
Tableau 4 Échelles de temps selon les systèmes et la granularité de l'analyse	131
Tableau 5 Catégories des phases didactiques selon Tiberghien <i>et al.</i> (2007)	135
Tableau 6 Catégories utilisées pour répartir les différents moments des projets	143
Tableau 7 Extraits illustratifs des catégories d'analyse des moments d'un projet	144
Tableau 8 Synthèse des catégories des phases didactiques retenues pour l'étude	147
Tableau 9 Les dimensions opérationnalisant le cadre conceptuel	152
Tableau 11 Caractéristiques de l'échantillon étudié	156
Tableau 12 Description sommaire des projets	158
Tableau 13 Liste des contenus disciplinaires en ST énoncés	160
Tableau 14 Contenus disciplinaires propres aux ST annoncés	162
Tableaux 15 Dimensions ciblées des savoirs cités telles qu'annoncées	164
Tableau 16 Le statut des savoirs en ST dans le projet	167
Tableau 17 Les autres objets d'apprentissages cités	168
Tableau 18 Les objets d'apprentissages couverts en classe	174
Tableau 19 Types de contenus disciplinaires traités en classe	176
Tableau 20 Intentions déclarées et les dimensions du savoir traitées en classe chez S2	179
Tableaux 21- Objets abordés dans les projets et leur traitement du point de vue des intentions déclarées	192
Tableau 22 Caractéristiques dégagées du discours des enseignants	195
Tableau 23 Mises en situation présentées aux élèves	202
Tableau 24 Éléments de mises en situations et références sociales utilisés dans les projets	203
Tableau 25 Les problèmes traités dans les projets du point de vue de l'enseignant	208
Tableau 26 Listes des contraintes imposées dans le projet P3	211
Tableau 27 Les modalités d'utilisation des mises en situation (MES) dans les projets	216
Tableau 28 Les démarches annoncées par les sujets	220
Tableau 29 Les modalités d'investigation associées aux problèmes utilisés dans les projets	223

Tableau30 Produits attendus des élèves dans les projets	226
Tableau 31 Description des produits réalisés	227
Tableau 32- Liens entre les produits attendus des élèves dans les projets et les savoirs visés	229
Tableau 33 Ajustements apportés par les enseignants lors de la mise en œuvre des projets	232
Tableau 34 Modalités d'organisation du travail en classe	238
Tableaux 35 Les contenus traités et les objets de leur évaluation du point de vue des intentions des enseignants	251
Tableau 36 Extraits du <i>Programme de l'école québécoise</i> et relation avec l'EPP	270

## LISTE DES FIGURES

Figure 1- Quelques éléments qui caractérisent les démarches scientifiques et technologiques	60
Figure 2- Caractéristiques de l'enseignement par projets en fonction des disciplines considérées (sciences ou technologies)	84
Figure 3- Caractéristiques et justifications de l'enseignement par projets en sciences et technologies	86
Figure 4- Schéma du cadre conceptuel de l'EPP en ST	90
Figure 5- Principales dimensions didactiques considérées dans l'analyse des pratiques	100
Figure 6- Données considérées dans l'analyse des pratiques	108
Figure 7- Exemple illustratif du codage de la portion séance selon l'organisation de la classe	138
Figure 8- Exemple d'un diagramme combinant l'organisation de la classe et les thèmes abordés	140
Figure 9- Exemple du codage des thèmes en fonction de leurs statuts dans le projet	141
Figure 10- Exemple de codage d'une séance selon les catégories d'analyse des pratiques observées	148
Figure 12- Les domaines d'apprentissages couverts dans les projets	180
Figure 13- Temps accordé aux différents objets traités en fonction de leur statut	184
Figure 14- Temps consacré aux apprentissages en fonction de leur statut	188
Figure 15 – Temps consacré aux tâches orientées vers les apprentissages et les modalités d'organisation du travail en classe	239
Figure 16- Mise en correspondance des temps consacrés aux tâches orientées vers les apprentissages et les modalités d'organisation du travail en classe	241
Figure 17- Organisation du travail et statut des thèmes de savoirs traités	243
Figure 18- Organisation du travail et statut des thèmes de savoirs traités	247





## INTRODUCTION

Durant les dernières années, l'enseignement scientifique et technologique a connu une profonde reconfiguration dans plusieurs pays occidentaux. Au Québec, les nouveaux programmes de sciences et technologies (ST) au secondaire s'appuient sur de nouvelles orientations. Parmi celles-ci, l'adoption de l'approche par compétences, l'intégration des sciences et technologies en une seule discipline, la prise en considération des problématiques sociales comme l'environnement et la santé, l'adoption d'une perspective épistémologique de type constructiviste, etc. Sur le plan pédagogique, les enseignants sont encouragés à recourir à des situations d'enseignement-apprentissage ouvertes, contextualisées et intégratives (MELS, 2006).

Dans ce contexte de changement, l'enseignement des savoirs disciplinaires est fortement interpellé comme le montrent les écrits scientifiques de plusieurs auteurs au Québec et ailleurs. Les débats actuels entourant la pertinence de recourir à une approche par compétences et le recours à certaines approches pédagogiques préconisées par cette réforme pointent directement ou indirectement cette question fondamentale. Notre thèse s'inscrit dans cette perspective. Elle vise à apporter un éclairage sur la manière avec laquelle des enseignants de sciences et technologies abordent l'enseignement de savoirs disciplinaires dans le contexte particulier d'un dispositif pédagogique actualisant ces nouvelles orientations, l'enseignement par projets.

La relation entre l'enseignement des savoirs disciplinaires et l'enseignement par projets nous semble importante à saisir du fait qu'elle renvoie à plusieurs enjeux : quelle place occupent les savoirs disciplinaires parmi tous les apprentissages qui peuvent être visés par le recours à des projets en classe? Quels types de savoirs disciplinaires sont visés? Quelle relation entre les activités menées lors du déroulement des projets et les savoirs visés? Quelles tâches d'apprentissage sont alors proposées dans ce cadre pour amener les élèves à s'approprier ces savoirs?



Sur ces enjeux, si plusieurs recherches empiriques montrent l'impact positif du recours à l'enseignement par projets en ST sur les apprentissages des élèves (Barak et Raz, 2000; Lam, Chen et Ma, 2008; Tal, Krajcik et Blumenfeld, 2006), d'autres constatent des dérives (Bousadra et Hasni, 2012; Krajcik, Mcneill et Reiser, 2007; Petrosino, 1998). En fait, l'analyse des écrits scientifiques met en évidence la grande difficulté de concilier les apprentissages disciplinaires propres aux ST et les caractéristiques de ce type d'enseignement. En outre, les auteurs convergent sur l'importance de l'enseignant dans la réussite de la mise en œuvre de cet enseignement. Nous avons ainsi retenu les pratiques d'enseignement comme angle d'approche de notre étude. Notre objectif général de recherche est de décrire les pratiques d'enseignement chez des enseignants de ST lors du recours à l'enseignement par projets pour enseigner des savoirs disciplinaires.

Le texte se compose de six chapitres. Dans le premier, nous développons la problématique de l'enseignement des savoirs disciplinaires dans le contexte du recours à l'enseignement par projets en sciences et technologies. Dans le deuxième chapitre, nous présentons la trame conceptuelle qui oriente le cadre d'analyse. Nous exposons ensuite les aspects méthodologiques de notre recherche à savoir, les aspects considérés pour aborder les pratiques d'enseignement, le choix de la méthode de recherche, les procédures de collecte et de traitement des données. Les résultats des analyses des données seront présentés dans le quatrième chapitre. Le cinquième chapitre sera consacré à l'interprétation et la discussion des résultats. Dans la conclusion, nous allons rappeler quelques résultats saillants de cette recherche pour ensuite présenter leurs implications sur le curriculum de manière générale et sur la formation initiale et continue des enseignants de manière spécifique. Nous terminons par une suggestion de quelques pistes de recherche.

## CHAPITRE PREMIER- LA PROBLÉMATIQUE

### 1. LE CONTEXTE GÉNÉRAL DE LA RECHERCHE : LA RECONFIGURATION PROFONDE DU PROGRAMME DE SCIENCES ET TECHNOLOGIES AU SECONDAIRE

Le système éducatif québécois a entrepris depuis environ une douzaine d'années l'implantation d'une réforme majeure aux ordres primaire et secondaire. Cette réforme est l'aboutissement d'une réflexion collective sur la situation de l'éducation au Québec. Des audiences publiques, auxquelles deux mille personnes représentant des acteurs scolaires et sociaux (élèves, enseignants, parents, universitaires, etc.) ont été tenues. À l'issue de ces audiences, la commission des États généraux sur l'éducation a rendu public un rapport intitulé *Exposé de la situation* (MEQ<sup>2</sup>, 1996). Ce document faisait état du « sentiment diffus de l'insatisfaction de la population envers son système d'éducation, sentiment relayé par les « leaders » d'opinions » (*Ibid.*, p. 7). En effet, les nouvelles réalités auxquelles les élèves doivent faire face « appellent l'école à dépasser une logique de formation disciplinaire cloisonnée » (MELS, 2006, p. 57). S'appuyant sur ce document ainsi que sur le rapport du groupe de travail sur la réforme du curriculum appelé rapport Inchauspé, *Réaffirmer l'école, Prendre le virage du succès* (MEQ, 1997a), le MEQ produira, un peu plus tard, *l'Énoncé de politique éducative, l'école, tout un programme* (MEQ, 1997b). Ce document annonçait les orientations, les décisions ainsi que les changements dont l'école primaire et secondaire du Québec allait faire l'objet durant une décennie.

Comme le soulignait le Conseil supérieur de l'éducation (CSE) en 2003 et le réaffirmait en 2011, trois grandes visées fondent cette réforme de l'école :

- une école plus juste du point de vue de l'égalité des chances, donc plus propice à la réussite de tous et à la lutte contre le décrochage scolaire;

---

<sup>2</sup> Après le remaniement ministériel de 2005, le ministère de l'Éducation du Québec (MEQ) est devenu ministère de l'Éducation, des Loisirs et du Sport (MELS). Nous utiliserons donc l'un ou l'autre des acronymes en fonction de la date de la publication.

- un programme scolaire plus étoffé, moins éparpillé, plus exigeant sur les savoirs de base essentiels;
- une plus grande cohérence et convergence entre les éléments du curriculum.

(CSE, 2011, p. 5)

L'ampleur associée à ce changement curriculaire est majeure (CSE, 2003, 2011). Aux fins de notre étude, nous ne présenterons que les éléments de contexte spécifiques à l'enseignement des sciences et technologies (ST)<sup>3</sup> qui touchent directement à nos objets de recherche. En ce sens, trois éléments seront présentés : les finalités éducatives poursuivies dans le nouveau programme de ST; la nouvelle structure du programme de ST; la logique de formation adoptée et ses implications sur l'enseignement des ST.

### **1.1. Les intentions poursuivies dans le nouveau programme**

Le MELS (2006) précise que le programme de ST vise à développer chez « les élèves une culture scientifique et technologique de base accessible à tous » (p. 268). Dans un récent avis portant sur la situation<sup>4</sup> de l'enseignement des ST au Québec une décennie après le début de son implantation, le CSE (2013) s'appuyant sur les documents produits par le Groupe de travail sur le curriculum, souligne que pour le renouvellement de l'enseignement des ST

le programme de science devait viser prioritairement à donner le goût de la science aux élèves plutôt que viser à produire une relève pour les carrières scientifiques (Inchauspé, 2005). C'est un enseignement culturel de la science qui devait être privilégié. (CSE, 2013, p. 24).

---

3 Bien que le ministère de l'Éducation québécois utilise la forme du singulier pour désigner ce domaine (la science et technologie), nous utilisons, à l'instar de plusieurs auteurs tels que Hasni, Lenoir et Lebeaume (2006), la forme du pluriel pour désigner les sciences et technologies « puisqu'on ne peut pas prétendre qu'il existe une (La) science et une seule technologie » (p. 6). Toutefois, nous utiliserons la terminologie du MELS lorsque nous référons aux écrits officiels.

4 Cet avis a été produit par le CSE à la demande du MELS à la suite de la sortie des résultats obtenus par les élèves du Québec en sciences au cycle d'évaluation du Programme pancanadien d'évaluation de 2010.

Un enseignement culturel est vu comme un enseignement qui « transmet les connaissances permettant de rendre compte des grands acquis scientifiques à travers le temps, développe des attitudes et des habiletés permettant d'utiliser la démarche scientifique et vise l'acquisition de la capacité à faire des liens entre les connaissances scientifiques et la vie réelle (Inchauspé, 2005) » (*Ibid.*, p. 24).

Dans cette perspective, les intentions poursuivies dans le nouveau programme se présentent comme suit :

- initier les élèves aux démarches d'esprit propres à la science;
- replacer les découvertes scientifiques dans leur contexte social;
- donner un bagage de connaissances scientifiques;
- intégrer la science et la technologie;
- favoriser une compréhension citoyenne des enjeux scientifiques et technologiques (MEQ, 1997*b*, p. 50-51).

La formation dans ce domaine doit donc favoriser l'appropriation d'outils permettant aux élèves de répondre à des questions scientifiques et technologiques dans leur vie quotidienne et de développer des attitudes et des modes de pensée s'apparentant à celle des scientifiques et des technologues (MELS, 2006).

## **1.2. La structure des programmes de ST**

Parmi les dispositions retenues pour répondre à ces orientations, le MELS a élaboré le *Programme de formation de l'école québécoise* (PFEQ) :

Au premier chef, ce programme constitue l'outil quotidien de chaque enseignant ou enseignante, lui permettant d'accomplir sa tâche. En même temps, il est un guide incontournable pour la direction, l'ensemble du personnel de l'école et son conseil d'établissement. (MELS, 2006, p. 2)



L'élaboration du PFEQ se fonde, rappelle le CSE (2011), sur la logique d'« une démarche d'intégration » (p. 19) laquelle considère l'idée de l'intégration des savoirs<sup>5</sup> comme un but ultime comme en témoigne l'extrait cité à l'appui par le CSE (2011) pour montrer « la valeur ajoutée » du PFEQ par rapport au programme précédent :

[...] une telle maîtrise (de l'intégration des savoirs) sera dorénavant de plus en plus exigée pour au moins trois raisons. Tout d'abord, plus les savoirs seront intégrés, plus les concepts de base seront maîtrisés et mieux pourront s'y greffer les nouveaux savoirs que requièrent [sic] l'éducation permanente. De plus, une possibilité décuplée de l'accès aux informations que permettent les NTIC [nouvelles technologies de l'information et de la communication], exige, pour s'en servir avec profit, une plus grande structuration préalable des savoirs [...] Enfin, les nouvelles situations de travail exigent le développement de compétences de type cognitif larges et des capacités qui n'ont rien à voir avec l'application étroite, stéréotypée et mécanique des choses apprises. (MEQ, 1997b, p. 29)

Ces exigences impliquent le choix « d'inscrire les apprentissages disciplinaires dans un cadre plus large des visées de formation que doit partager l'ensemble des intervenants scolaires » (MELS, 2006, p. 15). Ces visées se déclinent, précise le MELS, dans une structure systémique cohérente du programme (MELS, 2006). La structure du PFEQ se compose en effet de trois éléments à portée intégrative : les domaines d'apprentissage disciplinaires, les domaines généraux de formation et les compétences transversales. On retrouve un schéma de [la structure générale du PFEQ](#) telle que présentée par le MELS (2006) à l'annexe 1

### *1.2.1. Les domaines d'apprentissages disciplinaires*

Les domaines d'apprentissages disciplinaires « représentent les grands champs à partir desquels sont définies les disciplines jugées essentielles à la formation de l'élève » (MELS, 2006, p 15). Sous-jacente à ce choix, l'idée que le regroupement

---

<sup>5</sup> Bien que cette terminologie renvoie à différentes acceptions selon les auteurs et les contextes, nous nous tenons à la terminologie retenue dans le discours officiel considérant que notre objectif ici est simplement le rappel des prescriptions officielles.

des disciplines par domaine serait un pas vers le décroisement des matières scolaires, « en ce sens qu'il permet de les situer par rapport à des domaines de référence et incite l'enseignant à concevoir sa discipline comme une partie intégrante d'une dimension importante de la formation de l'élève » (*Ibid.*).

Ainsi, s'inscrivant dans une perspective interdisciplinaire, le PFEQ regroupe dans un même domaine d'apprentissage (domaine de *la mathématique, de la science et de la technologie*) deux programmes disciplinaires : le *programme disciplinaire de la science et de la technologie* et celui de *la mathématique*. Ce regroupement est justifié par le fait que ces disciplines scolaires « ont des affinités et des intérêts communs. Ils mettent en évidence les regards, à la fois complémentaires et différenciés, que l'on peut poser sur la réalité et servent ainsi à faire ressortir la cohérence interne du curriculum offert aux élèves québécois » (MELS, 2006, p. 267).

Le programme disciplinaire de ST est à son tour un programme intégré. Dans la présentation de ses faits saillants, le MELS (2006) souligne que cette intégration « met l'accent sur la pratique dynamique de la science et de la technologie » (p. 16). Cette dynamique serait assurée, poursuit le MELS, par « une large utilisation des problématiques actuelles pour susciter la curiosité des élèves et les amener à s'intéresser aux phénomènes scientifiques et technologiques qui, souvent, sous-tendent ces problématiques » (*Ibid.*). Ce sont d'ailleurs ces problématiques regroupées en thématiques qui constituent une composante du nouveau programme, à savoir, *les domaines généraux de formation*.

Ainsi, dans sa nouvelle structure, le programme de ST regroupe désormais

en une seule discipline cinq champs disciplinaires d'ordre scientifique (chimie, physique, biologie, astronomie, géologie) et divers champs d'applications technologiques accessibles par des repères culturels (la technologie de conception mécanique et les technologies médicales, alimentaires, minières, etc.) (MELS, 2006, p. 267).

Les contenus d'apprentissage sont regroupés en univers qui s'appuient sur ces différents champs disciplinaires : l'univers du vivant, l'univers matériel, l'univers

technologique, Terre et espace. Notons que les enseignants du secondaire qui prenaient en charge des enseignements disciplinaires (écologie, biologie, physique, etc.) avant la mise en place des récents programmes sont amenés avec ce dernier à enseigner des contenus scientifiques et technologiques intégrés de la première à la quatrième année du secondaire.

### *1.2.2. Les domaines généraux de formation*

Les domaines généraux de formation représentent de grandes intentions éducatives ou des axes de développement. Pour le MELS (2006), ces domaines, de nature interdisciplinaire, permettent la prise en considération de problématiques sociales et l'établissement des liens entre les apprentissages scolaires et la vie hors de l'école :

Les problématiques associées aux domaines généraux de formation trouvent un écho important dans celles que soulèvent la science et la technologie dans nos vies, en raison notamment de leurs répercussions sur l'économie, l'environnement, la santé et le bien-être. Les nombreuses problématiques liées à la santé, à la sexualité et au bien-être des adolescents bénéficient largement des connaissances acquises par l'élève en science et technologie (MELS, 2006, p. 270).

Comme pour les autres domaines d'apprentissages, cinq domaines généraux de formation (DGF) ont été introduits : Santé et bien-être, Orientation et entrepreneuriat, Environnement et consommation, Médias, Vivre-ensemble et citoyenneté.

Comme évoqué plus haut, le nouveau programme mise sur le rehaussement culturel des contenus de formation (CSE, 2003, 2011; Inchauspé, 2005). Il se veut un « programme recentré sur les savoirs de base essentiels qui présente des exigences élevées sur le plan de l'intégration des savoirs et une préoccupation de rehaussement culturel des contenus » (CSE, 2011, p. 3). Cette perspective culturelle de l'enseignement est conçue, si on considère le discours officiel, comme une manière d'enseigner qui consiste, notamment,

à exploiter des repères culturels pour amener l'élève à comprendre le monde et lui faire découvrir chaque discipline comme porteuse de sens, tant par son histoire que par les questionnements particuliers qu'elle suscite. C'est également amener l'élève à établir un plus grand nombre de liens entre les divers phénomènes scientifiques, sociaux, artistiques moraux et économiques, et à se situer par rapport à eux. (MELS, 2006b, p. 7)

C'est ainsi qu'en plus des DGF, le MELS a introduit *les repères culturels*, lesquels sont entendus comme « des ressources de l'environnement social et culturel pouvant alimenter le développement de la compétence » (*Ibid*, p. 16). Dans chaque programme disciplinaire, juste à côté des concepts prescrits, des exemples de ces repères sont présentés à l'enseignant.

### 1.2.3. *Les compétences transversales*

L'introduction des compétences transversales s'inscrit dans la foulée des solutions retenues relativement aux préoccupations exprimées dans le rapport sur les États généraux de l'éducation (MEQ, 1996). En effet, dans ce rapport, on déplorait le fait que « l'école se concentrait trop exclusivement sur la transmission des savoirs disciplinaires et ne favorisait pas suffisamment le développement des capacités intellectuelles supérieures et des compétences méthodologiques » (CSE, 2007, p. 32). Selon le CSE (2007), ces constats rejoignent ceux déjà rapportés dans son rapport *Apprendre pour de vrai*, paru en 1984, et dans lequel il en venait à conclure qu'« un large consensus se dégageait sur le fait que les cours, les disciplines et les manuels scolaires n'évoluaient pas obligatoirement vers une mobilisation des capacités des élèves au-delà des capacités élémentaires et routinières » (p. 30). La politique éducative recommande alors d'inclure les compétences transversales au curriculum.

Dans son avis intitulé *Soutenir l'appropriation des compétences transversales et des domaines généraux de formation*, le CSE (2007) précise que ces compétences

réfèrent à des connaissances de nature méthodologique, qui correspondent à des habiletés méthodologiques et des capacités intellectuelles supérieures, à des attitudes fondamentales favorisant l'apprentissage tout au long de la vie ainsi qu'aux savoir-faire qui



facilitent l'accomplissement des tâches et qui sont nécessaires dans les nouvelles situations de travail. (p. 32).

Il explique par ailleurs que le choix d'inclure ces compétences dans le programme est guidé par la prise en compte de plusieurs perspectives qu'il résume comme suit :

- la mise en valeur de capacités intellectuelles génériques de haut niveau;
- la réflexion sur les capacités ou compétences durables pour toute la vie que l'expérience scolaire contribue à développer;
- l'intérêt croissant pour la « métacognition »;
- la prise en compte de la psychologie du développement personnel. (p. 32)

Dans le PFEQ, ces compétences sont regroupées selon les quatre catégories suivantes : les compétences intellectuelles, les compétences méthodologiques, les compétences liées aux attitudes et aux comportements nommées « compétences d'ordre personnel et social » et les compétences linguistiques nommées « compétences de l'ordre de la communication » (*Ibid.*).

### **1.3. Une nouvelle conception de l'apprentissage**

Invoquant les résultats de la recherche portant sur les processus d'apprentissage, le MELS met de l'avant une conception de l'apprentissage qui « s'appuie sur différents courants théoriques qui ont en commun la reconnaissance du rôle déterminant de l'apprenant dans l'édification de ses compétences et de ses connaissances » (MELS, 2006, p. 9). En fait, le discours officiel stipule que le passage d'une pédagogie par objectifs à une approche par compétences serait tributaire du recours à des démarches d'enseignement qui mettraient l'élève au cœur de sa formation, ce qui appelle une nouvelle conception de l'enseignement et de l'apprentissage. Rappelons que dans le rapport des États généraux de l'éducation (MEQ, 1996), on soulignait l'importance de dépasser les méthodes traditionnelles d'enseignement « du type magistral ou à un rapport plus autoritaire entre l'enseignant et l'élève » (MEQ, 1996, p. 68). En alternative, dans les orientations de fond qui

balisent le programme, le MELS (2006) propose que « le programme de science et technologie sollicite la curiosité, la créativité, l'esprit critique et l'autonomie de l'élève et mise sur sa participation active à ses apprentissages » (p. 272).

Afin de répondre à ces orientations, plusieurs approches pédagogiques sont ainsi mises de l'avant. Dans un avis intitulé *L'appropriation locale de la réforme : un défi à la mesure de l'école secondaire*, le CSE (2003) note que

La nouvelle conception de l'apprentissage induit de nouvelles pratiques d'enseignement et de nouveaux rapports aux savoirs disciplinaires et didactiques [...] Les approches pédagogiques préconisées par la réforme (enseignement stratégique, enseignement coopératif, approche par projets) rompent avec l'enseignement magistral (p. 45).

Ces orientations sont également relayées par les revues professionnelles, comme *Virage* et *Vie pédagogique*. À titre d'exemple, *Virage Express*<sup>6</sup> souligne que selon le paradigme de l'apprentissage proposé « les activités de la classe s'élaborent à partir de l'élève, et non de l'enseignant ou de l'enseignante. Elles prennent la forme de projets, de recherches, de questionnements ou de situations problématiques » (MEQ, 2001, p. 2).

#### **1.4. En synthèse**

Dans ce contexte marqué par des réformes curriculaires que connaissent d'ailleurs divers pays, plusieurs auteurs qui s'intéressent à l'éducation scientifique et technologique s'accordent sur le fait que les enseignements disciplinaires en sciences et technologies sont interpellés à un haut degré par ces changements profonds (Astolfi, 2008; Chin, 2004, 2006; Hasni, 2011; Hasni et Lenoir, 2012; Lebeaume, 2012; Martinand, 2003, 2013).

---

6 *Virage Express* est une revue officielle qui vise à rendre compte des rencontres et des sessions de formation tenues sur la réforme de l'éducation.

Notre thèse s'inscrit dans cette perspective. Elle vise à apporter un éclairage à la manière avec laquelle des enseignants de ST abordent l'enseignement de contenus disciplinaires dans le contexte particulier d'un dispositif pédagogique actualisant ces nouvelles orientations, l'enseignement par projets. Rappelons que la pédagogie du projet est l'une des approches pédagogiques marquant les tendances mondiales en matière de réformes. Braslavsky (2001) note à cet égard que parmi les convergences des réformes se développant à travers le monde, on retrouve « une récupération de la pédagogie par projets » (Braslavsky, 2001, dans Jonnaert *et al.*, 2006, p. 8).

La construction de la problématique portera essentiellement sur la mise en évidence des enjeux de l'enseignement des savoirs disciplinaires dans ce contexte. Le premier élément de problématisation porte sur les incidences qui découlent de l'adoption de l'approche par compétences, celle-ci étant directement ou indirectement associée au recours à des projets dans l'enseignement des sciences et technologies. Pour ce faire, nous commençons par présenter ces enjeux à un niveau plus large, car comme nous l'avons vu dans le contexte socioéducatif actuel, l'enseignement des ST est profondément marqué par l'adoption de l'approche par compétences. Nous ciblons ensuite ceux reliés directement au recours à l'enseignement par projets en mobilisant deux types de références : les écrits scientifiques, mais également les écrits officiels considérés comme sources institutionnelles orientant les pratiques. Ensuite, par une mise en relation de différents résultats de recherche et des points de vue des auteurs sur cet enseignement, nous présentons des éléments d'un débat autour des enjeux du recours à cet enseignement dans des disciplines<sup>7</sup> telles que les ST.

S'agissant dans cette thèse de l'analyse de la mise en œuvre de l'enseignement des ST, il est important de rappeler le contexte curriculaire actuel marqué par l'adoption de l'approche par compétences.

---

<sup>7</sup> Dans l'ensemble du texte composant cette thèse, nous utilisons discipline au sens de discipline scolaire.

## 2. L'ENSEIGNEMENT DES ST AU QUÉBEC DANS LE CADRE DE L'APPROCHE PAR COMPÉTENCES

Le recours à l'approche par compétences comme logique de formation est l'un des choix curriculaire qui marquent fortement la réforme québécoise. Derrière ce choix, l'idée qu'une logique fondée sur le concept de compétences comme principe organisateur de la formation tant au primaire qu'au secondaire, serait une voie pour le développement du pouvoir d'action de l'élève, une des visées essentielles de formation de l'école : « La volonté de faire acquérir aux élèves un pouvoir d'action conduit ainsi à la notion de compétence, laquelle est centrale dans le Programme de formation » (MELS, 2006, p. 5).

Pour le MELS (2006), l'école a pour mission de former l'élève à acquérir un savoir-agir, lequel « repose sur l'utilisation et la combinaison de contenus notionnels et d'habiletés intellectuelles et sociales en fonction du contexte. Ces connaissances et habiletés servent d'outils pour l'action comme pour la réflexion » (MELS, 2006, p. 5). De manière à répondre à cette logique, les objets de formation prescrits dans les programmes de ST, comme dans les autres programmes disciplinaires, ont été revisités. Ils sont organisés autour de constituants qui déclinent les visées d'une approche par compétences : les compétences disciplinaires et les contenus de formation auxquels s'ajoutent les repères culturels. Rappelons brièvement les objets de formation du programme actuel de ST.

### 2.1. Les objets de formation prescrits dans le nouveau programme de ST

Le programme cible le développement de trois dimensions éducatives propres aux ST, soit « les aspects pratiques et méthodologiques; les aspects théoriques, conceptuels et historiques; et les aspects relatifs à la communication » (MELS, 2006, p. 268). Sont ainsi retenus trois compétences disciplinaires et des contenus de formation<sup>8</sup> qui déclinent ces dimensions.

---

<sup>8</sup> Terminologie du ministère.

### 2.1.1. *Les compétences disciplinaires*

Elles sont au nombre de trois :

La compétence CD1 intitulée *Chercher des réponses ou des solutions à des problèmes d'ordre scientifique ou technologique* renvoie à la dimension méthodologique de l'activité scientifique et technologique. « Elle est axée sur l'appropriation de concepts et de stratégies à l'aide des démarches d'investigation et de conception qui caractérisent respectivement le travail du scientifique et celui du technologue » (MELS, 2006, p. 268).

La compétence CD2, *Mettre à profit ses connaissances scientifiques et technologiques* est liée la conceptualisation en ST qui consiste à amener l'élève à « s'approprier les concepts qui permettent de comprendre des phénomènes naturels ainsi qu'à analyser le fonctionnement d'objets techniques » (*Ibid.*, p. 269).

La compétence CD3, *Communiquer à l'aide des langages utilisés en science et technologie* réfère à la dimension de la communication propre aux ST qui « fait appel aux divers langages propres à cette discipline et essentiels au partage d'information, de même qu'à l'interprétation et à la production de messages à caractère scientifique ou technologique » (*Ibid.*).

Notons que le MELS précise bien que cette classification en trois catégories n'est pas exclusive en ce sens que les trois compétences doivent se développer en « interaction les unes avec les autres et non de manière isolée et séquentielle » (*Ibid.*).

### 2.1.2. *Les contenus de formation*

Les contenus de formation sont regroupés sous quatre univers<sup>9</sup> qui se rapportent aux différents champs disciplinaires : univers vivant (biologie et écologie), univers matériel (physique et chimie), Terre et espace (géologie et astronomie), univers technologique (différents champs technologiques, dont les ingénieries, mécanique, électrique et biotechnologique). Chaque univers inclut 1) des concepts

---

<sup>9</sup> Terminologie du ministère.



prescrits qui renvoient aux savoirs conceptuels scientifiques et technologiques; 2) des apprentissages qui relèvent des habiletés propres à ces domaines (regroupés en stratégies et techniques); 3) des attitudes qui caractérisent l'activité scientifique et technologique regroupées en deux grandes catégories : attitudes d'ouverture et de rigueur et 4) des repères culturels possibles qui permettent de faire des liens concrets entre les apprentissages conceptuels et la réalité sociale, culturelle ou quotidienne de l'élève. À l'annexe 2, on retrouve [l'extrait du programme](#) qui détaille tous les contenus disciplinaires à couvrir en fonction des différents univers.

Afin de garantir une certaine cohérence aux éléments constitutifs du nouveau programme, le MELS (2006) soutient que le contexte pédagogique d'apprentissage proposé à l'élève doit être compatible avec une approche par compétences, car

viser le développement d'un pouvoir d'action éclairé et personnalisé pose les limites évidentes d'une pédagogie de la transmission de savoirs. En ce sens, le concept de compétence retenu pour le Programme de formation appelle un regard différent sur la relation entre l'enseignement et l'apprentissage (MELS, 2006, p. 5).

Dans cette perspective, le PFEQ et les documents qui ont encadré la réforme apportent des précisions relativement aux caractéristiques des situations d'enseignement-apprentissages à privilégier, mais également aux démarches pédagogiques à mettre de l'avant.

## **2.2. Le contexte pédagogique prescrit : quelques caractéristiques**

Dans *l'Énoncé de politique éducative*, le MEQ (1997b) précisant les orientations du renouveau pédagogique mentionnait que l'école est appelée à « favoriser, chez l'élève, le développement de l'activité intellectuelle, en mettant de l'avant une pédagogie de la découverte et de la production plutôt qu'une pédagogie qui mise sur la consommation des connaissances » (MEQ, 1997b, p. 15). Dans le cas spécifique des ST, le CSE (2013) rappelle que si le nouveau programme ne prescrit pas de méthode pédagogique particulière, il suggère de recourir

à des situations d'apprentissage et d'évaluation complexes qui favorisent l'intégration des différents univers et permettent à l'élève

de faire appel à des stratégies variées et de mettre à profit ses connaissances. Pour ce faire, l'enseignant est encouragé à développer ces apprentissages par l'entremise de la résolution de problèmes et de l'approche de la découverte. Le domaine de la science et de la technologie se prête bien à ces types d'approches (CSE, 2013, p. 30).

Dédiant une section du programme de ST, intitulée *Qualités des situations d'apprentissage et d'évaluation*, à l'explicitation des caractéristiques à privilégier dans le choix des situations à proposer aux élèves, le MELS (2006) précise que celles-ci doivent être contextualisées, ouvertes et intégratives. Pour lui

Une situation d'apprentissage est contextualisée dans la mesure où elle s'inspire des questions de l'actualité, des réalisations scientifiques et technologiques liées au quotidien des élèves ou des grands enjeux de l'heure, comme les changements climatiques. [...] Une situation d'apprentissage est ouverte lorsqu'elle présente des données de départ susceptibles de mener à différentes pistes de solution. [...] Une situation est intégrative lorsqu'elle permet de mobiliser des connaissances issues des différents univers du contenu de formation : l'univers technologique, l'univers matériel, l'univers vivant ainsi que la Terre et l'espace. L'intégration exige non seulement la mobilisation de connaissances d'origines diverses, mais également leur articulation. (p. 272)

En fait, comme l'illustre la description de ces caractéristiques, trois critères doivent orienter le choix des situations d'apprentissage : la visée intégrative des apprentissages, l'occasion offerte par la situation de la mobilisation des connaissances des élèves et l'établissement de liens entre les apprentissages scolaires et la vie de l'élève. Le MELS (2006b) le précise d'ailleurs explicitement qu'« il (le PFEQ) réunit l'ensemble des matières dans un tout harmonisé qui met en évidence les liens entre ce qu'on apprend à l'école et les grandes problématiques de la vie » (p. 2).

Après ce rappel de quelques prescriptions officielles, nous développons certaines idées en lien avec la problématique des enseignements disciplinaires en ST dans ce contexte.

### **2.3. Les implications sur l'enseignement des savoirs disciplinaires**

Comme le montrent plusieurs analyses curriculaires (Hasni, 2011; Hasni et Lenoir, 2012; Jonnaert, 2008), le nouveau programme marque une rupture nette avec les anciens programmes. En effet, le changement va au-delà de la structure, c'est la vision même de la formation qui est reconsidérée. Jonnaert (2008) note à ce sujet que la nouvelle logique repose sur le concept de compétence comme « cadre organisateur d'un curriculum » (p. 1). Dans le cas de l'enseignement des ST, Hasni (2011) et Hasni et Lenoir (2012), sur la base de l'analyse des programmes ainsi que les prescriptions officielles qui les accompagnent, montrent qu'avec l'adoption de l'approche par compétences, l'enseignement des ST connaît une reconfiguration profonde : « dans la logique de l'APC (approche par compétences), ce ne sont pas les programmes disciplinaires qui sont les organisateurs premiers de la formation. C'est plutôt le Programme de formation dont ils forment l'un des éléments constitutifs » (Hasni, 2011, p. 1).

Or, ce changement a des implications considérables. Sur le plan curriculaire, Hasni (2011) pointe une certaine ambiguïté au regard de la relation entre les savoirs disciplinaires et l'approche par compétences qui « ouvre la porte à toutes les interprétations possibles et alimente pour une grande partie le débat actuel entre les pour et les contre la Réforme » (p. 3). Les mises en garde relevées par cet auteur s'appuient sur les difficultés entourant son opérationnalisation dans le cadre de l'enseignement. Du point de vue des conceptions des enseignants et de leurs pratiques déclarées, Hasni et Bousadra (2011) montrent pour leur part qu'en sciences, des ambiguïtés se situent à plusieurs niveaux : la compréhension du sens des compétences disciplinaires; les caractéristiques permettant de les distinguer l'une de l'autre; leur relation avec les connaissances; les modalités de leur évaluation.

Les caractéristiques d'une situation d'enseignement visant les développements des compétences dont l'enseignant doit tenir compte au moment de ses planifications représentent également un autre enjeu. En effet, comme le soutiennent certains auteurs, l'orientation de l'enseignement vers des visées utilitaires présente le risque



de remettre en question la place de la conceptualisation sans rapport immédiat avec l'action (Hasni et Bousadra, 2011). Richard et Bissonnette (2005) abondent dans le même sens dans un texte évocateur intitulé *Le danger qui guette la réforme québécoise : confondre les apprentissages scolaires avec les apprentissages de la vie*. Les auteurs rappellent que lorsqu'il s'agit des apprentissages scolaires, il ne faut pas perdre de vue la distinction entre les moyens et les finalités :

Donner du sens aux apprentissages en établissant des liens avec la vie, comme le veut le ministère, apparaît tout à fait louable. Cependant, si cette intention amène les enseignants à confondre les apprentissages conceptuels et les apprentissages naturels, grand devient alors le risque de confusion entre les moyens et la fin. Si les enseignants comprennent que, dans le contexte de la réforme, « il faut faire, en classe, des activités axées sur la vie quotidienne à travers lesquelles les élèves développeront des compétences », le danger est qu'ils recourent à des procédés pédagogiques dits naturels qui sont inefficaces pour les apprentissages scolaires (p. 49).

Défendant la logique soutenue par le programme, le Conseil supérieur de l'éducation précise quant à lui, que :

Quand le souci des compétences se pose à l'intérieur d'une discipline, il exprime le désir d'approfondir suffisamment les connaissances jusqu'à savoir les réinvestir suffisamment dans des contextes semblables ou même nouveaux. Cela ne signifie en rien une marginalisation des disciplines ou leur dévalorisation par une perspective trop fonctionnelle ou utilitariste (CSE, 2007, p. 27).

Si on s'entend sur la vertu des intentions justifiant ces changements pour plusieurs auteurs, les implications du recours à cette approche soulèvent avec force la question de la place des savoirs disciplinaires et leur rôle dans la formation des élèves. D'une part, comme le soutiennent Jonnaert, Barrette, Masciotra et Maya (2006), « l'utilisation du concept de compétence au niveau curriculaire s'est faite dans la hâte, alors même que les débats et les recherches sur sa construction ne sont pas achevés » (p. 9). D'autre part, la mise en œuvre d'une approche par compétences repose largement sur les enseignants qui sont encore en voie d'appropriation de cette

réforme pour certains ou résistants pour d'autres. La position de Lessard (2012)<sup>10</sup> illustre, à notre sens, ce débat :

[...] d'où une certaine résistance de la part d'un noyau d'enseignants qui, quelle que soit leur « mauvaise » lecture de l'épistémologie des connaissances et des compétences, quelle que soit leur position sur ce débat, sont loin d'avoir tort parce qu'ils sentent qu'il y a détournement d'une chose à laquelle ils tiennent beaucoup, et il faut leur savoir gré de nous le rappeler. En ce sens, il faut tasser le débat un peu stérile opposant compétences et connaissances et écouter ce qu'ils nous disent [...]. (p. 14)

La Commission des programmes d'études<sup>11</sup> rappelait d'ailleurs en 2003 tous les défis auxquels sont confrontés les enseignants à cause de la culture pédagogique qui les caractérise :

La mise en œuvre réussie de ces orientations repose, pour une large part, sur les enseignantes et les enseignants, encore peu « aguerris » à cette logique d'enseignement et d'apprentissage, au travail d'équipe et aux rudiments d'une pédagogie différenciée. Sans formation suffisante et appropriée, une dérive possible consisterait à considérer les compétences comme des objectifs terminaux (CPE, 2003, p. 19).

Ainsi, comme on peut le constater, ces changements affectent considérablement les pratiques des enseignants, ce que le MELS anticipait en annonçant que l'une des idées fortes du PFEQ est qu'il se définit comme « un appui au renouvellement des pratiques » (MELS, 2006, p. 12).

Par ailleurs, si comme le souligne le CSE (2011), « le Programme laisse au personnel enseignant une marge de manœuvre et un espace de jugement professionnel, en cohérence avec la professionnalisation de la profession enseignante » (p. 5), les enseignants du secondaire sont très encouragés à recourir à la

---

10 Cet extrait précisant la position de cet auteur est issu de sa réponse à la question suivante : *Quelle lecture peut-on faire de ce qui s'est passé en éducation ces 20 dernières années, quel bilan peut-on faire de cette période en éducation?*

11 « Le Comité-conseil a remplacé la Commission des programmes d'études, retirée en décembre 2005 de la Loi sur l'instruction publique par l'adoption de la Loi sur l'abolition de certains organismes publics et le transfert de responsabilités administratives. » (MELS, 2010b, p. 129)

formation continue pour « l'acquisition de méthodes et de techniques rendant l'élève plus actif dans la construction de ses connaissances » (Commission des programmes d'études, 2003, p. 40). Parmi les dispositifs pédagogiques retenus pour opérationnaliser ces orientations, on retrouve l'enseignement par projets.

Alliant à la fois les visées de la nouvelle conception d'apprentissage et celles d'une approche par compétences, car celle-ci « implique la réalisation de projets globaux et intégrateurs et la résolution de problèmes complexes qui débordent le champ d'une seule discipline » (CSE, 2003, p. 33), l'enseignement par projets se retrouve dans les approches pédagogiques préconisées au point qu'on pourrait dire que pour plusieurs acteurs en éducation, il incarne cette réforme. De fait, cet enseignement se retrouve associé à différents débats.

Dans la section suivante, nous explorons la conception véhiculée par le discours officiel québécois au regard du recours à des projets en ST : quelles finalités met-on en avant pour justifier le recours à cette approche en ST? Quelles caractéristiques lui associe-t-on? Quelles modalités de mise en œuvre propose-t-on?

### 3. L'ENSEIGNEMENT PAR PROJETS EN SCIENCES ET TECHNOLOGIES DANS LE DISCOURS OFFICIEL QUÉBÉCOIS

Tout d'abord, précisons que la notion de projet renvoie à différentes acceptions comme le montre bien l'analyse historique de Boutinet (2004). Qualifié de « concept vagabond », le concept de projet réfère à différentes figures que l'auteur classe en quatre catégories : 1) projet existentiel individuel relié aux âges de la vie (projet d'orientation, projet professionnel, etc.); 2) projet d'action qui vise un produit ou un objet extérieur à l'individu (projet pédagogique, architectural, etc.); 3) projet organisationnel par lequel les organisations s'adaptent aux évolutions de leur environnement (projet de service, gestion par projet, etc.); 4) projet de société beaucoup plus global qui constitue la référence à laquelle une société s'identifie (projet éducatif). Dans notre étude, le projet est entendu comme moyen ou dispositif pédagogique utilisé pour des fins d'enseignement.

Par ailleurs, la consultation des écrits fondateurs de cette approche (Bousadra et Hasni, 2010) ainsi que l'analyse documentaire d'une centaine d'articles parus depuis 1995 portant sur cette approche dans 16 revues scientifiques anglophones et francophones dédiées à l'enseignement des ST (Hasni, Bousadra et Marcos, 2011) ont permis de dégager plus d'une trentaine d'expressions qui renvoient à la notion de projet à l'école. Citons à titre d'exemple, pédagogie du projet, pédagogie par projets, enseignement par projets, apprentissage par projet, projet-élève, travail en projet, *project-based learning*, *project-based teaching*, *project-based approach*, *project approach*, *project-based pedagogy*, *project work*, etc.

Considérant l'angle d'approche de cette recherche, à savoir l'étude des pratiques d'enseignement, nous retenons l'expression « enseignement par projets (EPP) » pour désigner ce type d'enseignement. Par contre, lorsque nous citerons par la suite les auteurs qui se sont intéressés à la question, nous conserverons les termes qu'ils ont utilisés dans leurs écrits.

### **3.1. La conception de l'enseignement par projets en sciences et technologies véhiculée par le discours officiel : quelles orientations pour les acteurs scolaires?**

Afin de dégager la conception que le discours officiel véhicule de l'enseignement par projets, outre le PFEQ, nous avons consulté divers types de documents officiels de plusieurs sources différentes. Ces documents sont les documents ministériels énonçant les fondements et les orientations qui ont balisé la réforme éducative, des avis produits par le Conseil supérieur de l'éducation et des documents produits par la Commission des programmes d'études. [La liste des documents analysés](#) est présentée à l'annexe 3. Notons que notre analyse est basée sur le discours explicite. Le tri des extraits retenus repose sur une recherche du mot clé « projet » dans chaque document. Chaque extrait a été analysé en s'appuyant sur une grille d'analyse qui tient compte des éléments suivants : la place accordée à cette approche, ses fondements épistémologiques, sa définition ou les attributs qui la caractérisent, les justifications du recours à cette approche et les modalités de sa mise en œuvre (Hasni *et al.*, 2011).



Le MELS (2009) définit la notion de projet comme suit :

On entend généralement par « projet » un ensemble d'activités structurées visant des apprentissages complexes qui doivent déboucher sur une production concrète et dont l'idée première origine nécessairement des centres d'intérêt de l'élève. (MELS, 2009, p. 1)

De cette définition, outre la présence d'une production concrète, on dégage des caractéristiques qui renvoient aux dimensions suivantes : le caractère complexe et situé des apprentissages ainsi que l'importance de la prise en considération des intérêts des élèves. C'est d'ailleurs la référence à l'une ou l'autre de ces caractéristiques qu'on retrouve dans les justifications du recours à l'EPP.

Ainsi, selon le discours officiel, le recours à l'EPP permettrait de répondre à plusieurs attentes. Parmi celles-ci, le rehaussement de la motivation des élèves comme l'illustre l'extrait suivant : « le réveil d'une motivation moins restreinte aux notes repose pour beaucoup sur la pratique pédagogique : pédagogie de projets, pédagogie dite de la réussite, pédagogie active, autant de voies qui s'attaquent de front à cette difficulté » (CSE, 1999, p. 39).

Le développement des compétences transversales, dont les compétences méthodologiques et personnelles, est également parmi les finalités que le recours à l'EPP pourrait favoriser:

[...] L'école doit mieux préparer les élèves au travail intellectuel; par exemple, exercer la mémoire, entreprendre un projet et le mener à terme, développer le sens critique, apprendre à communiquer (MEQ, 1997, p. 18).

[...] les stratégies associées aux diverses facettes de la réalisation d'un projet (information, prise de décision, planification, régulation et finalisation); stratégies de collaboration et de coopération (MELS, 2006, p. 24).

Par ailleurs, l'EPP semble rejoindre la visée intégrative que rappelle le *Programme de formation de l'école québécoise* (PFEQ) dans la mesure où ce type



d'enseignement se caractérise, dans la vision de ce programme, par le fait qu'il convoque diverses disciplines, ce qui contribue à réduire leur décroisement :

[...] que signifie, pour sa part, la volonté de faire converger et d'allier entre elles diverses disciplines? La possibilité d'intégrer les matières entre elles, et surtout les grands thèmes interdisciplinaires dans les matières du secondaire, va de pair avec une pédagogie de projets. (CSE, 1998, p. 40)

[...] Chaque discipline doit solliciter les capacités intellectuelles des élèves et permettre d'approfondir davantage la matière, en travaillant parfois dans le cadre d'un projet d'envergure interdisciplinaire. (CSE, 2003, p. 12)

Notons enfin que si le développement des compétences transversales est clairement associé à l'EPP, on retrouve très peu de références aux développements des compétences disciplinaires dans le discours officiel qui parlent de l'EPP.

#### 4. POURQUOI RECOURIR À DES PROJETS EN ST?: PRINCIPALES JUSTIFICATIONS RAPPORTÉES DANS LES ÉCRITS SCIENTIFIQUES

Comme on vient de le constater, l'EPP est associé à différentes finalités, mais qui, remarquons-le, relèvent de différents ordres. C'est cette multitude de possibilités offertes par ce type d'enseignement qui le rend probablement prometteur aux yeux des acteurs engagés dans la réforme du curriculum. Mais qu'est-ce qui justifie le regain d'intérêt pour des projets en classe de ST sachant que ce type d'enseignement n'est pas nouveau?

##### 4.1. Un regain d'intérêt pour l'EPP : différents motifs, différentes finalités

Durant les deux dernières décennies, l'EPP a connu un regain d'intérêt que Thomas (2000) explique par l'association très étroite entre ce type d'enseignement et l'apprentissage par problèmes qui a fait ses preuves en médecine, mais également d'autres comme *l'inquiry-based learning*, *authentic Learning*, etc. Grégoire et Laferrière (2001) notent pour leur part que « le développement de la télématique (soit la jonction des télécommunications et de l'informatique) élargit à un tel point ses potentialités qu'elle (l'approche par projets) revêt aux yeux de beaucoup les apparences de la nouveauté » (p.1).

Dans l'enseignement des sciences et technologies, plusieurs auteurs en provenance de différents pays ont tenté d'adapter l'EPP à ces disciplines comme en témoignent les écrits sur le *project-based science* (PBS) et *Technology project-based learning* (TPBL). Parmi ces pays, on peut citer les États-Unis (Rivet et Krajcik, 2004; Tal, Krajcik et Blumenfeld, 2006), Israël (Barak et Raz, 2000), Hong Kong (Lam, Chen et Ma, 2008), et Singapour (Chin et Chia, 2004, 2006). La collaboration entre plusieurs groupes de recherche internationaux comme les *Cognition and Technology Group*, *Center for Curriculum Materials in Science*, *Center for Highly Interactive Classroom*, *Curricula and Computing in Education*, *National Center for Teaching and Learning in Nanoscale Science* et certains états américains dont le Michigan et le Tennessee a donné lieu à plusieurs travaux de recherche. Ce sont les écrits produits dans le cadre des travaux de ces centres qui sont les plus cités comme référence par les auteurs lorsqu'il s'agit de l'EPP en ST.

#### 4.1.1. *Le recours à l'EPP en ST : les motifs*

Comme en témoigne le nombre important de travaux qui portent sur l'EPP, ce type d'enseignement suscite un intérêt de plus en plus croissant dans l'enseignement des sciences et technologies dans de nombreux pays, sans doute pour sa conformité aux nouvelles orientations. Cependant, il faut noter que les justifications évoquées dans les écrits scientifiques s'inscrivent à la croisée de plusieurs préoccupations régies tant par des besoins d'améliorer les apprentissages disciplinaires que d'une tentative de renouveler le rapport aux savoirs véhiculés par ces disciplines. O'Neill et Polman (2004) notent en ce sens :

*In recent years, educators have become increasingly interested in inquiry-oriented approaches to science teaching and learning. These include project-oriented approaches (Ruopp, Gal, Drayton, et Pfister, 1993) which harken back to the philosophies of John Dewey and his followers in the Progressive era (O'Neill et Polman, 2004, p. 234).*

Rappelons que depuis longtemps, l'enseignement des ST fait face à plusieurs critiques au point de le qualifier d'enseignement « en état de dysfonctionnement »

(Giordan, 2010). L'un des indicateurs de ce dysfonctionnement qui préoccupe plusieurs auteurs et organismes gouvernementaux<sup>12</sup> est le désintérêt des jeunes envers les ST (American Association for the Advancement of Science (AAAS), 2004; National Research Council, 1996; UNESCO, 2004, 2007). Par exemple, un rapport produit par l'UNESCO (2007) montre que partout dans le monde, l'inquiétude est croissante face à ce désintérêt « pour les sciences au niveau secondaire et tertiaire, notamment en mathématiques, physique et chimie et tous les domaines des sciences de l'ingénieur, ainsi qu'à la chute du nombre d'étudiants suivant une formation scientifique ou d'ingénieur » (UNESCO, 2007, p. 1).

#### 4.1.2. *Le recours à l'EPP en ST : les finalités*

Depuis quelques années, plusieurs auteurs et associations invitent au renouvellement autant des manières de considérer les finalités de ces disciplines et leur apport à la formation de l'élève (Fourez, 1994, 2009; Hasni, 2005a, 2011) que les démarches mises en œuvre pour aborder leur contenu (Abd-El-Khalick, Boujaoude, Duschl, Lederman, Mamlok-Naaman, Hofstein, Niaz, Treagust et Tuan, 2004; American Association for the Advancement of Science, 1993; Gauthier, 2006; Hasni et Samson, 2007, 2008; National Research Council, 1996, 2000).

En fait, l'EPP en ST s'inscrit, selon plusieurs auteurs, dans le courant de ces nouvelles approches qui, nous rappellent Barab et Luehmann (2003), tentent de dépasser la vision de l'enseignement d'un contenu axé sur les faits et sur la reproduction de procédures pour aller vers un enseignement orienté vers le développement d'une culture scientifique et technologique en initiant l'élève aux démarches d'investigation scientifiques et en favorisant son engagement dans des

---

12 Aux États-Unis, le rapport intitulé *A Nation at Risk : The Imperative for Educational Reform*, produit par la *National Commission on Excellence in Education* (1983) en est un exemple. Dans une étude historique des réformes qui ont porté sur l'enseignement des ST aux USA, DeBoer (2000) note qu'en 1989, « *the National Governors Association along with President Bush endorsed the idea of establishing "clear national performance goals" as a way to raise standards in education to "make us internationally competitive"* » (U.S. Department of Education, 1991) » (p. 589)

démarches d'enseignement-apprentissages s'inscrivant dans des contextes qui permettent de montrer la pertinence (personnelle et sociale) du savoir en jeu :

*The last decade we have seen commissions, committees, and task forces in Britain (Millar et Osborne, 1998), Australia (Goodrum, Hackling et Rennie, 2001), and the United States (American Association for the Advancement of Science, 1993; National Research Council, 1996, 2000) call for a “new approach” to science education. Central to these calls is a shift from a focus on supporting the acquisition of formal science content to promoting a culture of scientific literacy by engaging students in the language and ways of scientific inquiry [...]. From a pedagogical perspective, this shift in approach involves curriculum and teaching strategies that embed content in rich inquiry contexts through which learners come to appreciate both the content being learned and those situations in which the content has value. [...]. In fact, one of the central questions facing science educators is not whether learners should be doing science but how best we can support and engage active learners in the process of scientific inquiry. (p. 454)*

Ces auteurs et maints autres (Krajcik, Blumenfeld, Marx, Bass, Fredricks et Soloway, 1998; Krajcik, McNeill et Reiser, 2007; Polman, 2004; Rivet et Krajcik, 2004, Toolin, 2004; Thomas, 2000) soutiennent que l'EPP serait une approche compatible avec ces nouvelles orientations.

Mais en quoi l'approche par projets propose-t-elle de répondre à ces promesses? Et est-ce toujours possible?

Lorsqu'on aborde les écrits scientifiques traitant de l'EPP, on se confronte au constat suivant. Bien que beaucoup d'écrits abordent cet objet dans le cadre d'une recherche ou d'une réflexion, l'EPP n'est parfois qu'un contexte ou qu'un dispositif méthodologique pour traiter d'autres objets (Hasni *et al.*, 2011). Citons à titre d'exemple, le renforcement du partenariat écoles-musées à travers des projets (Rahm, 2006), l'intégration des TIC (Hounshell et Hill, 1989; Stratford et Finkel, 1996), le développement des communautés de pratiques par le biais de projets (Grégoire et Laferrière, 2001), etc.



Le statut indirect de l'EPP dans ces écrits explique d'ailleurs le nombre élevé d'écrits que les bases de données renvoient lorsqu'on les interroge par le mot-clé projet combiné à ceux d'enseignement et apprentissage ainsi que leurs dérivés.

#### **4.2. Les effets positifs associés au recours à l'EPP**

Les justifications que les auteurs mettent de l'avant pour expliquer le recours à l'EPP sont nombreuses (Hasni, Bousadra et Marcos, 2011). Elles reflètent différentes préoccupations, mais celles qui reviennent le plus sont 1) l'EPP permet de faire des liens entre les apprentissages scolaires et la vie quotidienne de l'élève; 2) l'EPP favorise l'appropriation des apprentissages disciplinaires par les élèves; 3) l'EPP permet de rapprocher les activités scientifiques et technologiques scolaires des pratiques des scientifiques et technologues et 4) l'EPP permet de rehausser l'intérêt des élèves envers les sciences et technologies.

##### *4.2.1. Un cadre favorable pour la contextualisation des savoirs scientifiques et technologiques*

Dans l'étude documentaire de Hasni *et al.* (2011), les auteurs montrent que les expressions suivantes sont associées à l'EPP en ST : vraie vie; vie réelle; *real-world*; *real-life*; *authentic experiences*; *meaningful real-world problems*; *connections between learn in school and experiences outside of school*; etc.

En fait, si on se réfère à ses fondements théoriques, l'enseignement par projets propose de considérer l'individu dans sa globalité et de garantir la continuité entre l'école et les situations naturelles que vit l'élève à l'extérieur de l'école (Daniel, 1997; Dewey, 1975). Reprochant à l'école traditionnelle d'être centrée sur le programme, Dewey écrit en 1916 :

On pourrait énumérer indéfiniment les différences et les divergences apparentes qui existent entre l'enfant et le programme scolaire [...] d'abord, le monde restreint, mais personnel, dans lequel l'enfant se meut, et le monde impersonnel vaste comme le temps et l'espace, où l'école l'introduit; ensuite, l'unité toute affective de la vie de l'enfant, et les spécialisations et divisions du programme d'études; enfin en opposition avec la vie pratique, émotionnelle de l'enfant, un principe abstrait et logique d'ordonnance et de classification. (Dewey, 1975, p. 213)



En alternative, il appelle l'école à intégrer le quotidien de l'élève dans les activités scolaires, car pour lui, un contexte signifiant est un élément moteur de l'apprentissage. Pour Dewey (1913), apprendre les sciences, ce n'est pas apprendre des formules et les appliquer à des problèmes, « ce serait en effet renverser l'ordre actuel des choses que de leur (aux élèves) proposer de commencer par la science pour arriver à ses applications » (Dewey, 1913, dans Deledalle, 1995, p. 87). Dans la vision deweyenne, l'enseignement des sciences devrait plutôt amener l'élève à se poser des questions à propos des faits de la vie courante :

L'expérience de tout enfant et de tout adolescent, à la campagne comme à la ville, est ce qu'elle est, dans son actualité présente, à cause des techniques à base d'électricité, de chaleur et de processus chimique. L'enfant à table ne mange rien qui ne suppose l'application de principes chimiques et physiologiques. Il ne lit pas à la lumière artificielle, ne va pas en auto ou en train, sans entrer en contact avec des opérations et des processus engendrés par les sciences. Qu'il soit introduit à un programme scientifique et qu'il soit initié aux faits et aux lois par les applications que la société en fait chaque jour, il n'est pas de principes pédagogiques plus judicieux. (Dewey, 1938, p. 82, dans Deledalle, 1995, p. 32)

Plus tard, les travaux sur la cognition située montrent la nécessité de mettre l'élève dans des situations d'apprentissages authentiques, car en plus d'être signifiantes, celles-ci sont également complexes, ce qui améliore la rétention et le transfert des apprentissages, mais également l'engagement de l'élève dans sa tâche (Bransford, Brown et Cocking, 2000; Crawford, 1999; De Vries et Tamir, 1997; Lave et Wenger, 1991; Moje, Collazo, Carrillo et Marx, 2001; Waks et Sabag, 2004).

Pour plusieurs auteurs qui s'inscrivent dans ce courant, le recours à des projets authentiques offre l'occasion de placer l'élève dans une situation qui donne sens aux contenus scientifiques abordés comme le montrent les citations suivantes :

*Another shared aspect is an increased focus on connecting science understanding to learners' experiences with the everyday world [...] Research on project-based science (PBS) has explored approaches to address these goals, by embedding science learning in*

*investigations of meaningful real-world problems [...] (Krajcik et al., 2007, p. 4).*

*Fundamental characteristics of project-based science (PBS) include providing a context that engages students in extended authentic investigations (Singer, Wu et Tal, 2003, p. 29).*

*The PBS (project-based science) approach engages learners in exploring important and meaningful questions [...] learners develop deep, integrated understanding of content and processes (Frank et Barzilai, 2006, p. 42).*

Du côté francophone, Fourez (1994), discutant des enjeux de l'enseignement des savoirs scientifiques, explique que si la disciplinarisation a amené de l'ordre et de l'organisation dans l'enseignement, « elle a aussi entraîné une perte de sens. Les élèves perçoivent peu pourquoi on a construit les modèles scientifiques et les approches disciplinaires » (Fourez, 1994, p. 34). Il ajoute que même lorsqu'on fait appel à des situations concrètes dans les cours de sciences, « ce n'est pas pour que les modèles scientifiques aident à les résoudre, mais plutôt pour qu'elles contribuent à la compréhension des concepts et modèles scientifiques » (Fourez, 1994, p. 82). Pour redonner sens aux savoirs scientifiques, Fourez (*Ibid.*) propose une initiation à l'interdisciplinarité. Celle-ci « implique probablement **deux façons d'enseigner** : par des **projets** [...] et par des **contenus** <sup>13</sup>[...] » (p. 82). Dans le même sens, Hubert (2005) soutient que mettre les élèves en projet les force à se confronter aux problèmes réels et les oblige à remettre en question leurs conceptions initiales pour procéder à de nouvelles constructions ou des restructurations, ce qui « est susceptible de développer de nouvelles compétences cognitives » (p. 33).

Ainsi, comme le montrent les écrits présentés, la contextualisation des savoirs inhérente au recours à l'EPP, qu'elle soit mobilisée par les auteurs dans une perspective cognitiviste, constructiviste ou socioconstructiviste de l'apprentissage, serait d'abord un moyen pour faciliter l'appropriation des savoirs.

---

<sup>13</sup> Soulignés par l'auteur.

#### 4.2.2. *Un effet bénéfique sur l'appropriation des savoirs disciplinaires et l'initiation aux démarches propres à ces disciplines*

C'est surtout du côté anglophone que les chercheurs ont évalué empiriquement les effets du recours à l'EPP sur les apprentissages disciplinaires des élèves en ST. Durant les deux dernières décennies, les recherches empiriques ont largement documenté l'effet du recours à l'enseignement par projets sur les apprentissages disciplinaires des élèves en sciences et technologies. Ces apprentissages incluent les savoirs conceptuels et les habiletés d'investigation et de conception (Barak, 1995; Barak et Dori, 2005; Krajcik et *al.*, 1998; Levinson, Murphy et McCormick, 1997; Rivet et Krajcik, 2004; Schneider, Krajcik, Marx et Soloway, 2002; Singer *et al.*, 2003; Tal *et al.*, 2006; Toulou, 2004; Waks et Sabag, 2004). À titre d'exemple, dans le contexte de la réforme<sup>14</sup> de l'enseignement des sciences dans l'État du Michigan aux États-Unis, Rivet et Krajcik (2004), dans une étude longitudinale effectuée entre 1999 et 2002 et portant sur 24 enseignantes et enseignants et 2 500 élèves au secondaire de milieux socioéconomiques faibles, évaluent l'impact du recours à l'enseignement par projets sur les apprentissages des élèves et le développement de leurs compétences en ST. Les résultats de cette recherche montrent qu'à travers la participation au projet<sup>15</sup> appelé *How Do Machines Help Me Build Big Things?* une amélioration de la compréhension des concepts physiques (forces, machines simples, avantages des systèmes mécaniques) est constatée chez les élèves. Les auteurs notent que l'acquisition de ces concepts ne se limite pas sur le plan de la mémorisation, mais s'étend au transfert et à l'application de ces connaissances dans des situations nouvelles.

Une des critiques adressées à l'enseignement des sciences et technologies est l'écart important entre les sciences et les technologies scolaires et les pratiques telles que vécues par les scientifiques et les technologues (Fourez, 2009; Giordan, 2010;

---

14 Cette réforme « *emphasizes the teaching of science through inquiry situated in real-world meaningful contexts* » (Rivet et Krajcik, 2004, p. 670).

15 Ce projet a été élaboré par les auteurs de la recherche et proposé aux enseignants pour l'essai en classe.

Hodson, 2006; Krajcik *et al.*, 2007; Schneider *et al.*, 2005). L'enseignement par projets en ST se veut ainsi une approche qui permettrait, selon plusieurs auteurs, d'initier l'élève à la véritable nature du savoir scientifique et à son mode de production :

*Participating in the practice of science as well as learning how science functions as a discipline are two aspects of the move toward scientific investigations [...] Understanding how scientists build, evaluate, and apply scientific knowledge is a core part of this emerging consensus view of scientific literacy [...] Research on project-based science (PBS) has explored approaches to address these goals [...] These approaches involve learners in scientific practices such as argumentation, explanation, scientific modeling, and engineering design. (Krajcik et al., 2007, p. 4).*

*Projects are what scientists do. Students who are thoroughly engaged in a project-having selected the topic, decided on the approach, performed the experiment, drawn conclusions, and communicated the results-are doing science. They are seeing science not as a noun, an object consisting of facts and formulas, but as a verb, a process, a set of activities, a way of proceeding and thinking (Tinker, 1992, p. 23).*

D'autres auteurs abondent dans le même sens en affirmant que cette approche offre un bon cadre pour initier les élèves aux démarches d'investigation et de conception (Krajcik *et al.*, 1998; Rivet et Krajcik, 2004; Schneider *et al.*, 2002; Tsaparlis et Gorezi, 2005; Waks et Merdler, 2003) : « *Project-based science is one of several attempts to instantiate inquiry in classrooms* » (Krajcik *et al.*, 1998, p. 320).

S'intéressant particulièrement à l'enseignement de la technologie, Barak (1995, 1999, 2004), Lebahar (2001) et Frank (2006) montrent que lorsque les élèves travaillent sur des projets technologiques, ils sont exposés à la nature de cette discipline :

*The project approach study is a natural way to expose the student to a typical technological design process (Barak, 1995, p. 148).*



Selon ces auteurs, recourir à des projets technologiques impose de tenir constamment compte non seulement des contraintes engendrées par le processus de conception, mais également des contraintes sociales. Les élèves apprennent alors :

*[...] how to take trade-offs and optimum considerations into account, present more than one alternative to resolve design issues, and begin the design process with top-level considerations [...]. The students also understood that, in addition to the scientific/engineering aspects, one must also consider the social-environmental aspects.* (Frank, 2006, p. 51)

#### 4.2.3. *Un effet bénéfique sur la motivation des élèves et leur intérêt envers les sciences et technologies*

La référence à la motivation des élèves est l'une des justifications habituellement associées à l'enseignement par projets, et ce, toutes disciplines confondues. On a d'ailleurs nommé cette approche « pédagogie de l'intérêt » en référence aux écoles nouvelles qui l'ont fondée (Bru et Not, 1991; Not, 1979). En ce qui concerne l'enseignement des ST, plusieurs auteurs attribuent à cette approche une fonction de motivation qui permet aux apprenants de s'engager dans des activités dont ils perçoivent le sens et la finalité (Rosenfeld et Rosenfeld, 2006; Toolin, 2004; Waks et Sabag, 2004). En ce sens, Blumenfeld, Soloway, Marx, Krajcik, Guzdial et Palincsar (1991) et Blumenfeld, Krajcik, Marx et Soloway (1994) soutiennent que le recours au projet rehausse la motivation des élèves et leur l'intérêt envers les sciences, car l'intérêt de ceux-ci et la valeur qu'ils accordent à une activité augmentent lorsque les tâches sont variées et complexes.

Pour sa part, Guertin (2004) montre que lorsque les élèves au secondaire (en particulier les filles) sont impliqués dans des projets authentiques où ils reprennent la logique que suivent les scientifiques dans leur pratique (à travers l'investigation, par exemple), on remarque une augmentation de leur intérêt envers les sciences. Du côté de l'enseignement de la technologie, et plus précisément en électricité et en électronique, deux disciplines de plus en plus délaissées par les élèves du lycée en Israël, le même constat positif sur l'engagement impliqué par la participation à des projets technologiques est rapporté par Barak dans deux recherches (1995, 2004) et



par Waks et Sabag (2004). Tal *et al.* (2006) abondent dans le même sens en soulignant que « *In working on technological projects, pupils become engaged in learning since they construct products that are not only personally meaningful, but can be shared with others and reflected upon* » (p. 172).

Pour Perrenoud (2002) et Not (1987), le recours au projet permet de favoriser l'apprentissage de la citoyenneté et faire les liens entre la formation et la vie, notamment professionnelle. Le projet implique des enjeux qui ne sont pas purement scolaires, mais s'inspirent des pratiques sociales « même si personne n'est entièrement dupe et sait qu'on va à l'école pour apprendre, les élèves qui "se prennent au jeu" se comportent comme des acteurs sociaux engagés dans des pratiques sociales assez proches de la vie » (Perrenoud, 2002, p. 9). Pour certains auteurs, le projet serait un moyen d'acculturation à la complexité et à l'instabilité de la société actuelle, elle-même caractérisée par un lendemain incertain, car mener un projet signifie apprendre à anticiper, à s'adapter à l'incertitude et à s'ajuster (Boutinet, 2004).

#### **4.3. Les limites et les critiques du recours à l'EPP : des dérives et des mises en garde**

Si, comme nous venons de le présenter, les écrits scientifiques tendent à montrer que le recours à l'EPP présente un potentiel considérable à plusieurs égards et que l'acquisition des apprentissages disciplinaires est la visée la plus convoquée dans le cas des ST (Hasni *et al.* 2011), le sort des savoirs disciplinaires représente paradoxalement une vraie préoccupation pour plusieurs auteurs. Autrement dit, s'il semble évident que l'on poursuive toujours des apprentissages disciplinaires à travers le recours à l'EPP, il n'est pas rare que ces mêmes apprentissages soient relégués au second plan. En effet, plusieurs auteurs soutiennent qu'une mise en œuvre adéquate de ce type d'enseignement est tributaire de la réunion de plusieurs conditions sans quoi, plusieurs dérives se produisent (Hubert, 2005; Not, 1979, 1991, O'Neill et Polman, 2004 et Thomas, 2000). D'ailleurs, même dans les écrits fondateurs, on retrouve des références à la complexité de la mise en œuvre des approches préconisées par les écoles nouvelles (Not, 1979). Prenons par exemple la définition

du concept d'expérience de Dewey revisitée par un de ses disciples, Tsuin-Chen (1958)<sup>16</sup> :

Une véritable expérience éducative se distingue d'une part de l'activité routinière et d'autre part de l'activité capricieuse. Dans le premier cas, une relation fixe s'établit entre l'individu et le milieu par l'action de la routine; elle n'entraîne pas de perceptions nouvelles des significations et des connexions, et par conséquent, limite plutôt qu'élargit l'horizon de la signification. Dans le second cas, l'individu ne fait pas attention aux conséquences d'un acte; il n'agit que par impulsion. Dans aucun des deux cas, il n'existe d'élément éducatif; par conséquent, le développement de l'expérience s'arrête, soit par fixation, soit par extinction. (Tsuin-Chen, 1958, p. 147-148)

La précision apportée par Tsuin-Chen (1958) à la notion de l'expérience chez Dewey montre bien les enjeux de l'enseignement basé sur l'expérience (l'enseignement par projets en est un) d'un point de vue psychologique. Elle illustre toute l'importance du choix de l'expérience à faire vivre à l'élève. S'il n'est pas raisonné, ce choix peut provoquer une expérience se réduisant à l'exercisation automatisante (ce qui n'est pas mauvais, pourvu que ce soit intentionnel) ou encore au tâtonnement impulsif traduisant un manque de régulation qui ne conduit pas à rendre consciente la distinction entre l'objet lui-même et l'objet de l'action.

Pour Not (1979, 1991), l'EPP se fonde sur l'idée de centrer l'enseignement sur l'élève considéré à la fois comme un sujet individuel (il a son propre fonctionnement de la pensée) et social (il a une conduite sociale déterminée par la vie de groupe). Pour cet auteur et d'autres (Arpin, 2001; Hubert, 2005 et Bordallo et Gineset, 1993), l'EPP sollicite à la fois l'affectif, le cognitif et le social. Elle peut être mise à profit comme elle peut provoquer des dérives. En effet, mis en œuvre adéquatement, l'EPP favorise l'acquisition des apprentissages disciplinaires et l'engagement de l'élève dans ses apprentissages comme le montrent les résultats de

---

16 L'ouvrage de Tsuin-Chen (1958) a été préfacé par Dewey.

plusieurs recherches empiriques. Toutefois, des dérives peuvent également se produire lorsque l'une des dimensions citées l'emporte sur les autres.

Par exemple, la dérive « psychologisante », rapportée par Hubert (2005) et Bordallo et Gineset (1993), se produit lorsque la place de l'état affectif de l'élève l'emporte sur le cognitif. De leur côté, Bru et Not (1991) parlent de la complaisance thérapeutique quand le projet devient un prétexte pour renforcer l'estime de soi et la motivation de l'élève.

Une autre dérive rapportée dans les écrits est reliée à une caractéristique de l'EPP, à savoir qu'en général, un projet débouche sur un produit final. La difficulté pour l'enseignant réside, entre autres, dans la conciliation entre les apprentissages visés et les besoins des activités de production impliquées dans le projet. Celles-ci se caractérisent par la confrontation à la résistance du réel et donc l'incertitude et les aléas (Vial, 1979). C'est lorsque la finalité exclusive du projet se réduit à la réalisation de ce produit et que son aboutissement se fait au détriment des apprentissages visés, que la dérive « productiviste » se produit (Bordallo et Gineset, 1993; Hubert, 2005).

À ces risques associés directement à l'EPP, s'ajoutent d'autres reliés à la difficulté de la mise en œuvre des démarches d'enseignement qui s'inscrivent dans une logique constructiviste de l'apprentissage, laquelle fonde l'EPP, comme le rappelle Raisback (2002) : « *project-based instructional strategies have their roots in the constructivist approach evolved from the work of the psychologists and educators such as Lev Vygotsky, Jerome Bruner, Jean Piaget and John Dewey* » (p. 9). Or, si comme le remarque ironiquement Anderson (2002), « *constructivism had entered the general educational lexicon as the descriptor of good education* » (p. 1) et que l'EPP fait figure de proue parmi les démarches d'enseignement se réclamant de cette approche, aux moments de l'apprentissage des savoirs disciplinaires, les démarches d'enseignement-apprentissages utilisées relèvent de différents courants. Ainsi, pour certains enseignants dont le souci est de développer l'autonomie de l'élève dans ses apprentissages, le projet devient une situation ouverte où la responsabilité de

l'apprentissage est laissée complètement à l'élève (Bordallo et Ginestet, 1993; Hubert, 2005). À l'opposé, le projet peut, pour certains enseignants, n'être qu'un simple « prétexte pour mettre l'apprenant en appétit » (Hubert, 2005, p. 84) faisant ainsi du projet un ensemble d'activités déguisées « des pratiques traditionnelles, celles qui se centrent sur le seul enseignant » (Boutinet, 2004, p. 48).

Cette diversité des finalités éducatives et idéologies associées au recours aux projets en classe montre que ceux-ci peuvent être le lieu d'un amalgame d'activités traduisant différentes visions de l'apprentissage et d'un rapport au savoir qui peut varier d'un enseignant à l'autre. Dans cette optique, Perrenoud (1999) remarque que

dans sa vision la plus ambitieuse, la démarche de projet est l'épine dorsale d'une pédagogie du projet comme mode ordinaire de construction des savoirs dans la classe. À l'autre extrême, c'est une activité parmi plusieurs autres, qui jouxte la résolution d'énigmes, les mots croisés ou le concours de calcul mental dans la panoplie des démarches qui visent à rendre les apprentissages moins arides et à impliquer les élèves que le "savoir pur" mobilise peu. » (p. 2).

Au Québec, certains auteurs vont jusqu'à remettre en question la pertinence de retenir ce type d'enseignement pointant ainsi l'incohérence entre les finalités avancées dans le nouveau programme et les moyens pédagogiques pour mettre en œuvre ces visées. En effet, Gauthier et Mellouki (2005), s'appuyant sur une analyse de la documentation scientifique sur les interventions pédagogiques assurant la réussite scolaire des élèves issus de milieux défavorisés, en viennent à conclure que :

La recherche contemporaine en enseignement montre que les moyens pédagogiques proposés par la réforme québécoise – notamment la pédagogie de projet – sont loin d'avoir fait leurs preuves. Ils ne produisent pas les effets escomptés sur l'apprentissage des élèves et, là où ils ont été expérimentés et évalués de manière rigoureuse, ils ont été jugés plutôt décevants.

Selon ces auteurs, les rédacteurs des programmes québécois auraient été « séduits par la dimension agréable ou ludique d'une pédagogie de projet en oubliant, toutefois, la mission essentielle d'instruction que doit poursuivre l'école » (*Ibid*). Bien que cette analyse documentaire ainsi que les conclusions de ce rapport aient fait



l'objet de critiques par d'autres auteurs (Désautels, Larochelle, Vincent, DeBlois et Gervais, 2005), la divergence des positions des auteurs met en évidence le constat suivant : l'EPP est l'objet d'un débat non consensuel.

Les analyses présentées jusque-là montrent, d'une part, que le recours à l'EPP ne fait pas consensus et, d'autre part, que la relation de cette approche aux savoirs disciplinaires mérite d'être mise à jour.

## 5. L'EPP ET LES SAVOIRS DISCIPLINAIRES EN SCIENCES ET TECHNOLOGIES : UN RAPPORT DE TENSION

Cette tension peut être abordée sous différents angles. Deux sont importants dans le cadre de l'étude de la contribution des ST à la formation des élèves : le statut accordé aux savoirs disciplinaires dans le contexte de l'EPP; la nature des savoirs que permet de prendre en charge l'EPP. Dans l'analyse qui suit, nous entendons par savoirs disciplinaires autant les savoirs conceptuels que les savoirs méthodologiques renvoyant aux processus scientifiques et aux démarches d'investigation scientifiques.

### 5.1. Le statut des savoirs disciplinaires en ST dans le contexte de l'EPP dans un projet scientifique et technologique

Selon maints auteurs qui se sont intéressés à l'EPP dans le contexte des ST, l'appropriation et la mobilisation des savoirs font partie des caractéristiques de cette approche (Barab et Luehmann, 2003; Barak, 2004; Barron, Schwartz, Vye, Moore, Petrosino, Zech, Bransford et The Cognition and Technology Group at Vanderbilt, 1998; Bers et Portsmore, 2005; ChanLin, 2008; Toulou, 2004). Rappelons que l'une des raisons mises de l'avant par ces auteurs pour justifier le recours à des projets scientifiques et technologiques est la volonté d'amener les élèves à mieux comprendre la nature des démarches scientifiques et technologiques et à s'approprier des savoirs conceptuels. Dans cette perspective, la dimension de la construction des savoirs nouveaux prend toute son importance si on considère que l'une des caractéristiques des démarches à caractère scientifique et technologique est qu'elle conduit habituellement à la construction de nouveaux savoirs. Cette condition est d'autant plus importante que plusieurs auteurs tiennent à distinguer un « vrai projet d'apprentissage » des autres formes de projet. La position de Thomas (2000) est en ce



sens fort explicite. Synthétisant plusieurs travaux visant à construire une définition de l'EPP, il souligne qu'il faut distinguer les projets qui mènent à des apprentissages nouveaux des autres formes de projets habituellement menés à l'école dans différentes perspectives :

*[...] If the central activities of the project represent no difficulty to the student or can be carried out with the application of already-learned information or skills, the project is an exercise, not a PBL (project-based learning) project. This criterion means that straightforward service projects such as planting a garden or cleaning a stream bed are projects, but may not be PBL projects.*  
(p. 4)

Pour cet auteur et d'autres (Barab et Luehmann, 2003; Barak, 2004; Barron *et al.*, 1998; Bers et Portsmore, 2005; ChanLin, 2008 et Toulin, 2004), il ne suffit pas de placer les élèves dans des situations de manipulations, d'expérimentations ou d'essais techniques et encore moins de mener un projet pour apprendre à collaborer, à résoudre des problèmes et à prendre des décisions. Ces auteurs soutiennent qu'il faut que les principales activités du projet produisent des nouveaux savoirs et savoir-faire disciplinaires inscrits dans le programme.

Hasni *et al.* (2011) abondent dans le même sens, en affirmant que lorsqu'il s'agit de considérer l'éducation scientifique et son apport à la formation des élèves, il est primordial de ne pas perdre de vue les finalités de cette éducation. Si pour atteindre ces visées, on peut recourir à différentes approches pédagogiques, il faut aussi affirmer que celles-ci restent de l'ordre des moyens ou des « facilitateurs » (Lenoir, 2009; Lenoir, Larose, Deaudelin, Kalubi et Roy, 2002). En d'autres termes, il est important de distinguer dans les attributs de l'EPP ceux qui relèvent des moyens et ceux qui relèvent de l'apprentissage des savoirs disciplinaires. Pour illustrer cette idée, Hasni *et al.*, (2011) considèrent l'exemple de la collaboration, une des caractéristiques centrales de l'enseignement par projets rapportées dans les écrits scientifiques. Pour Hasni *et al.* (2011), cette caractéristique présente un double statut qu'il importe de comprendre. En effet, pour ces auteurs, collaborer *pour* apprendre des savoirs disciplinaires en ST ne signifie pas la même chose qu'apprendre à

collaborer dans le cadre d'un projet scientifique ou technologique. Ils rappellent que dans un cours de sciences et technologies, même si la deuxième perspective a sa place dans les apprentissages visés, c'est la première qui doit prédominer. La collaboration relève dans ce cas de l'ordre des moyens (*Ibid.*).

D'ailleurs, des recherches menées dernièrement confirment le risque que plusieurs projets scientifiques et technologiques pourraient se réduire à de simples situations synthèses de savoirs vus antérieurement (Hasni et Bousadra, 2011; Hasni, Bousadra et Roy, 2012). Les auteurs mettent aussi en garde contre l'interprétation du discours officiel entourant l'approche par compétences et les approches d'enseignement préconisées par la réforme, dont l'approche par projets, qui risque d'orienter « les enseignements vers des visées purement utilitaires qui occultent le rôle que doivent jouer les savoirs disciplinaires dans la construction d'une représentation " adéquate " du monde » (*Ibid.*).

## **5.2. La nature des savoirs couverts dans les projets scientifiques et technologiques**

Comment tenir compte des considérations épistémologiques des savoirs scientifiques et technologiques et des visées utilitaires que requiert la mise en œuvre d'un projet? Cette question a été centrale dans le débat sur l'adéquation entre les principes qui fondent les approches qui se réclament des écoles nouvelles et l'appropriation des savoirs scientifiques et technologiques. Not (1979), dans une synthèse des écrits sur les pédagogies de la connaissance qui ont marqué le XX<sup>e</sup> siècle, rappelle que si les nouvelles écoles, avec leurs aspirations et leurs principes respectifs, ont montré leurs limites, c'est qu'elles se basent sur une pédagogie pragmatiste qui fait de l'intérêt de l'élève le principal régulateur des apprentissages. Or, le tâtonnement expérimental basé uniquement sur les expériences des élèves ne correspond pas forcément à la genèse qui caractérise la structure rationnelle des savoirs scientifiques :

Le développement du savoir relève toujours de processus d'adaptation, mais quand celle-ci porte sur les conditions mêmes de la vie, l'objet auquel l'élève doit s'adapter pour vivre n'est pas vu

dans sa réalité objective, mais en fonction de l'action en cours, et dans la perspective du sujet qui s'adapte : on ne voit pas la même chose dans une forêt selon qu'on y cherche de la nourriture, du bois de construction, du bois de chauffage, ou les conditions d'équilibre d'un biome dont on se propose l'étude théorique à des fins qui d'ailleurs, peuvent être d'ordre très pratique. Plus la relation à l'objet est sous-tendue, par des besoins concrets du sujet, plus l'assimilation déformante des choses au moi l'emporte sur l'accommodation du moi aux choses. (p. 143)

Au-delà du débat entre les tenants et les opposants des idées apportées par les écoles nouvelles<sup>17</sup>, force est de reconnaître que la question de la problématisation scientifique dans le contexte du recours à l'enseignement par projets dans ces disciplines mérite une attention particulière.

Aux États-Unis, cette question a fait l'objet de réflexion par un groupe de chercheurs qui a développé le modèle *project-based science* (Krajcik, McNeill; Rivet et Krajcik, 2008 et Reiser, 2007). Ils ont mis en évidence un ensemble de problèmes auxquels les concepteurs du matériel didactique sont confrontés lorsqu'il s'agit de concevoir des projets scientifiques et technologiques pertinents qui se prêtent bien aux contenus à couvrir dans les programmes de ST (Krajcik, McNeill et Reiser, 2007). Bien que conscients du potentiel de l'EPP, les auteurs insistent sur la grande difficulté à concilier les savoirs scientifiques inscrits au programme et l'enseignement par projets. Parmi les défis relevés, ils notent :

A) L'équilibre difficile entre la complexité des savoirs scientifiques engendrés par les problématiques qui peuvent être traitées dans des projets (comme la pollution, la qualité de l'air, les changements climatiques, etc.) et les niveaux de formulation des

---

17 Pour plus de détails au sujet de ces débats, nous renvoyons le lecteur aux critiques de Not (1979) des méthodes de l'autostructuration cognitive d'une part, et aux ouvrages de Dewey (1925, 1947, 1965) et d'autres comme Tsuin-Chen (1958), Deladelle (1967, 1995) dans lesquels on défend les idées de Dewey en montrant que tant les partisans que les adversaires de ses concepts de l'expérience et de l'intérêt n'ont pas saisi certains aspects des attributs de ces concepts comme leurs conditions de validité et les manières de les opérationnaliser adéquatement.

savoirs scolaires inscrits au programme, ce qui contraint à rester à un niveau superficiel qui reste souvent de l'ordre des généralités.

B) L'incompatibilité entre la logique des idées scientifiques et celles des problèmes pratiques rencontrés dans les projets, lesquels sont souvent portés par des préoccupations sociales.

C) Le coût des projets (en temps et en moyens) *versus* les occasions de conceptualisation par la généralisation offertes considérant que les apprentissages dans le cadre des projets sont souvent très contextualisés :

*PBS (project-based science) often uses problem scenarios to motivate and make the science meaningful (Edelson, 2001; Sherin et al., 2004). Yet, the focus on specific contexts creates an additional need to address the generality articulated in standards. Mastery of the specific ideas in the project context is not sufficient. For example, while teaching form and function in animals might be easily integrated into a problem-based unit on change in an ecosystem resulting from introduced predators, generalizing the idea to plants (as stated in the standard) requires additional attention in the design. A potential pitfall in PBS is that learners may focus unduly on solving the problem or "engineering" a desired state of affairs, rather than working toward generalizations about why a solution works. (Krajcik et al., 2007, p. 4)*

En France, l'EPP a fait l'objet de plusieurs travaux surtout en technologie (Crindal, 1996; Lebeaume, 2005). Deforge (1990), dans ses travaux sur les activités de production proposées à l'école, constate qu' : « on revient, dans le meilleur des cas, à souder des petits composants sur une petite plaquette. La petite lampe s'allume, on est content, on a fait l'objet. » (Deforge, 1990, dans Vérillon, Leroux et Manneux, 2005, p. 17). Reprenant ces travaux, Vérillon *et al.* (2005) abondent dans le même sens : « le risque n'est-il pas alors de confronter les élèves à une production routinière, éclatée, dépourvue de sens, centrée sur un produit dérisoire et enrobée dans une idéologie de la satisfaction des besoins? » (p. 17).

Pour sa part, Fourez (1994) cite un rapport produit par le groupe belge LeGrain (1982) dont une des conclusions est la suivante : « Si la méthode du projet



parvient à atteindre en grande partie les différentes attitudes et les différentes capacités que nous nous sommes fixées, les résultats sont cependant limités en ce qui concerne les connaissances » (LeGrain, 1982, p. 47, dans Fourez, 1994, p. 82). Cette conclusion à l'appui, l'auteur prévient que l'apprentissage par projets n'est pas le meilleur moyen pour apprendre des savoirs conceptuels. Pour lui, il « serait illusoire de vouloir ramener tout à une pédagogie du projet ». (*Ibid.*, p. 82)

### **5.3. En synthèse : l'importance de décrire les modalités du recours à l'EPP et le potentiel qu'il offre à l'appropriation des savoirs en ST**

Comme nous venons de le montrer, le recours à l'EPP dans le cas des sciences et technologies comporte des contraintes que nous qualifions de fonctionnelles, terme que nous empruntons aux sciences de l'ingénieur pour rendre compte du fait que l'apparence de l'incompatibilité entre ce dispositif pédagogique et l'enseignement des ST est un problème de fond. En effet, les écrits montrent qu'articuler adéquatement ce dispositif ayant ses propres caractéristiques internes et le fonctionnement propre des ST (avec leurs propres savoirs et finalités) nécessite une réflexion épistémologique sérieuse, ce qui fait justement défaut dans la formation des enseignants de ST (Hasni, 2005; Tal *et al.*, 2006; Tiberghien, 2012).

Nous nous référons pour conclure à une réflexion théorique dans laquelle Anderson (2002) synthétise bien, à notre sens, les enjeux actuels de l'enseignement des ST dans le contexte du recours à des approches dites nouvelles. Outre le fait que cette synthèse s'appuie sur plusieurs méta-analyses (Anderson, 1983; Lott, 1983 et Shymansky, Kyle et Alport, 1983, cités dans Anderson, 2002), l'intérêt de cette réflexion pour nous réside, entre autres, dans l'entrée adoptée par l'auteur, à savoir les pratiques des enseignants.

Dans sa synthèse, cet auteur a tenté de dégager des convergences dans les propositions en lien avec les pratiques d'enseignement qui font appel à la démarche d'investigation scientifique (*Inquiry*). Bien que cette réflexion ne soit pas dédiée spécifiquement à l'EPP, sa portée l'inclut, car l'auteur précise bien que le modèle du *project-based sciences* élaboré par Blumenfeld, Krajcik, Marx, et Soloway (1994);



Krajcik, Blumenfeld, Marx, et Soloway (1994); Ladewski, Krajcik, et Harvey (1994) et Marx, Blumenfeld, Krajcik, Blunk, Crawford, Kelly et Meyer (1994) figure parmi les dispositifs de mise en œuvre de l'*inquiry* en sciences.

Retenant l'*inquiry teaching* pour désigner ces démarches même s'il est conscient du fait que sous cette appellation, on peut retrouver un amalgame de pratiques, Anderson (2002) note que malgré deux décennies de recherches, le flou conceptuel et surtout l'absence de définitions opérationnelles de ces démarches persistent encore même entre les chercheurs :

*The dilemma this situation poses for the person attempting to synthesize what the research has to say about inquiry teaching is that making generalizations about it becomes difficult because of varied conceptions of inquiry teaching. This broad category includes such a wide variety of approaches that the label is relatively nonspecific and vague. Explicit descriptions of teaching practice help, but when various researchers are studying somewhat dissimilar teaching approaches, the generalization process still poses difficulties.* (p. 4)

À la lumière de son analyse, Anderson (2002) appelle à la vigilance qu'il faut adopter quant à la pensée magique entourant le pouvoir attribué à ces pratiques (l'*Inquiry teaching*) et dont l'approche par projets en fait partie :

*Is it an approach to science education that can be realized in the classroom or is it an idealized approach that is more theoretical than practical? Is it something that the "average" teacher can do, or is it only possible in the hands and minds of the exceptional teacher? What are the goals of its use? Does it result in greater or better learning? How does one prepare a teacher to utilize this type of science education? What barriers must be overcome to initiate such science education in the schools? What dilemmas do teachers face as they move to this form of science education? The list of questions goes on* (Anderson, 2002, p. 1).

Si ces questionnements sont provocateurs, ils montrent bien que la prise en compte des conditions de faisabilité de ces nouvelles orientations proposées aux acteurs scolaires est un élément tout aussi important que les motifs avancés pour les justifier. Ils montrent également que le personnel enseignant représente clairement le

moteur central de la réussite de l'adaptation des démarches d'enseignement à ces propositions. Ainsi, même si les orientations de recherche sur l'EPP dans le contexte de l'implantation de la récente réforme au Québec sont diverses (description de l'effet de l'EPP sur les élèves; proposition de modalités de mise en œuvre de l'EPP; analyse de l'EPP dans les manuels scolaires; étude des modalités de formation des enseignants à l'EPP; etc.), c'est vers l'enseignant, l'acteur de première ligne, que se dirige notre intérêt dans cette étude.

## 6. LES PRATIQUES D'ENSEIGNEMENT COMME ANGLE D'APPROCHE DE CETTE ÉTUDE

S'intéressant aux facteurs de réussite de la mise en œuvre de l'enseignement par projets en sciences et technologies, plusieurs recherches empiriques montrent que celle-ci repose grandement sur l'enseignant avec ses conceptions, sa formation, son expérience, etc. (Tal *et al.*, 2006; Toolin, 2004). Dans cette perspective, Toolin (2004) étudiant les conceptions des enseignants au regard des facteurs d'implantation de l'enseignement par projets en ST, montre que les facteurs les plus significatifs qui contribuent à l'adoption ou au rejet de l'enseignement par projets par les enseignants sont la formation initiale de l'enseignant, son expérience dans l'enseignement et son degré d'implication dans la formation continue sur ce type d'enseignement. Selon l'auteure, les enseignants qui ont une formation initiale en éducation ainsi qu'une expérience considérable en enseignement sont les plus enclins à adopter cette approche dans leurs pratiques. La possibilité de travailler en collaboration avec d'autres enseignants, que ce soit pour la préparation des projets ou pour l'enseignement (*co-teaching*) ressort également comme un facteur favorisant l'adoption de l'enseignement par projets par les enseignants des sciences et technologies (*Ibid.*).

Au regard du changement du rôle de l'enseignant qu'implique le recours à l'enseignement par projets, Chin et Chia (2006), dans une étude de cas réalisée dans une classe de sciences à Singapour (classe de 39 élèves), recensent les rôles qu'une enseignante a assumés à travers les étapes du projet : « *motivator, diagnostician, guide, innovator, experimenter, researcher, modeler, mentor, collaborator, and*

*learner. They apply equally well to a PBL (project-based learning) approach to teaching science. We suggest the additional roles of a provocateur and facilitator of opportunities* » (p. 63). Selon les auteures, ces rôles exigent une grande ouverture au changement de la part des enseignants, mais également une bonne maîtrise des contenus disciplinaires abordés dans le projet ainsi que la disponibilité de ressources humaines et matérielles (experts, techniciens de laboratoires, TIC, etc.).

Ainsi, si des recherches ont porté sur l'enseignant en tant qu'élément clé dans la mise en œuvre de l'enseignement par projets en ST, les études ont surtout documenté les conceptions des enseignants (Dori et Tal, 2000; Rivet et Krajcik, 2004, Toolin, 2004), le changement de leur rôle dans la manière d'enseigner (Chin et Chia, 2006). Peu de recherches ont porté sur les pratiques d'enseignement. Polman (2004) notait en ce sens que « *research has examined interaction patterns in "traditional" classroom arrangements characterized by teacher lectures and teacher-led, large-group discussions [...] the dearth of research on classroom discourse in project-based classrooms is surprising* » (p. 431).

Dans le cas de la présente étude, nous retenons l'angle des pratiques d'enseignement pour l'étude de l'EPP. À la suite de Tardif et Lessard (2004), nous pensons que pour comprendre les pratiques des enseignants, « il faut quitter la stratosphère des grandes explications et descendre au ras du sol du travail scolaire : dans les classes où œuvrent quotidiennement les enseignants en interaction avec les élèves » (p. 76). Cet avis est partagé par le MELS qui souligne l'importance de la recherche « sur les besoins des enseignants et des enseignantes, mais aussi une analyse critique des productions et des méthodes pédagogiques » (MEQ, 1997, p. 89).

### **6.1. Pertinence de l'étude**

Alors que plusieurs recherches empiriques réalisées sur le plan international tendent à montrer l'impact positif du recours à l'enseignement par projets sur les apprentissages disciplinaires en ST, d'autres pointent également la tension entre cet enseignement et ces mêmes apprentissages. On peut expliquer cette divergence qui peut paraître paradoxale par au moins deux raisons. La première est, comme nous

l'avons montré plus haut, que la mise en œuvre du projet dépend fortement de chaque enseignant avec ses conceptions, sa formation et son expérience ainsi que les conditions organisationnelles dont il dispose (Chin et Chia, 2004, 2006; Tal *et al.*, 2006; Toolin, 2004). La deuxième pourrait s'expliquer par le fait que les recherches qui étudient l'effet de l'enseignement par projets sur les apprentissages des élèves sont pour la plupart des recherches expérimentales contrôlées par les chercheurs (Bousadra et Hasni, 2008). Autrement dit, les conditions de mise en œuvre de ces projets ne reflètent pas les conditions réelles auxquelles les enseignants font face dans leurs pratiques régulières.

Par ailleurs, dans les quelques recherches sur les pratiques d'enseignement recensées (Kanter, 2009 et Tal *et al.*, 2006), les projets ont été soit élaborés par des équipes de recherche et mis en essai en classe par les enseignants participant à la recherche (Tal *et al.*, 2006), soit par des enseignants en stage dans le cadre de leur formation initiale (Kanter, 2009). Autrement dit, ces études n'ont pas documenté les pratiques des enseignants dans leur contexte régulier qui tient compte de la compréhension que les enseignants ont de cette approche et de sa mise en œuvre qui dépend aussi des contraintes réelles de l'exercice de la profession. C'est cet objectif que poursuit cette recherche doctorale.

## QUESTION DE RECHERCHE

Notre étude vise à décrire la manière avec laquelle des enseignantes et des enseignants de ST au secondaire abordent les savoirs disciplinaires lorsqu'ils recourent à un enseignement par projets. Ainsi, la question générale de recherche peut être formulée comme suit :

*Comment des enseignantes et enseignants abordent-ils les savoirs disciplinaires en sciences et technologies dans le contexte d'un enseignement par projets?*



## CHAPITRE DEUXIÈME- LE CADRE CONCEPTUEL

Trois concepts centraux structurent le cadre conceptuel de cette étude. Il s'agit de l'enseignement des ST. Celui-ci sera abordé du point de vue de ses finalités, de ses savoirs spécifiques ainsi que des conditions de leur appropriation. Le deuxième concept est celui de l'enseignement par projets qui sera considéré sous l'angle de ses fondements, de ses caractéristiques ainsi que de sa relation avec les savoirs en ST. Le troisième concept, celui des pratiques d'enseignement, s'impose par l'angle d'approche que nous avons retenu dans notre question de recherche.

### 1. L'ENSEIGNEMENT DES SCIENCES ET TECHNOLOGIES : LES SAVOIRS DISCIPLINAIRES ET LEUR APPROPRIATION

Nous l'avons vu dans la problématique : l'enseignement des sciences et technologies a connu des réformes importantes comme en témoignent les différents rapports ou les documents curriculaires produits dans différents pays comme les États-Unis (American Association for the Advancement of Science (AAAS), 1989; NRC, 1996), l'Angleterre (Millar et Osborne, 1998), Israël (Tomorrow, 1998) et l'Allemagne (Ertl, 2006). Ces réformes ont été marquées par les travaux sur la *science Literacy* (DeBoer, 2000). Enfield Enfield, Smith et Grueber (2007) notent à ce sujet « *It is tempting to be satisfied that science learning has occurred when children demonstrate acquisition of relevant science knowledge. However, the goal of science literacy [...] also requires developing the ability to think and reason about phenomena. Such thinking and reasoning reflects the socially shared practices of science* » (p. 609).

Aux États-Unis par exemple, le *National Science Education Standards*<sup>18</sup> présente les cinq finalités structurant l'enseignement des ST :

---

<sup>18</sup> Le nombre très élevé de citations de ce document dans les écrits sur l'enseignement des ST durant la dernière décennie témoigne de son importance dans l'élaboration des programmes, des manuels et des écrits en ST aux USA et ailleurs. Ce sont les propositions de l'AAAS qui ont, entre autres, fondé son élaboration.



(a) Everyone needs to use scientific information to make choices that arise every day. (b) Everyone needs to be able to engage intelligently in public discourse and debate about important issues that involve science and technology. (c) Everyone deserves to share in the excitement and personal fulfillment that can come from understanding and learning about the natural world. (d) More and more jobs demand advanced skills, requiring that people be able to learn, reason, think creatively, make decisions, and solve problems. An understanding of science and the process of science contributes in an essential way to these skills. (e) To keep pace in global markets, the United States needs to have an equally capable citizenry (National Research Council, 1996, p. 1-2).

Les enseignants sont ainsi appelés à privilégier des situations d'enseignement-apprentissages qui rapprochent l'élève des pratiques ou des façons de faire des scientifiques et des technologues et de lui permettre de se familiariser avec leurs modes de raisonnement, leurs savoir-faire et les outils intellectuels et techniques qui leur sont propres. Utilisant le terme *Inquiry-Based Science* pour les désigner, le *National Research Council* (1996) les définit comme « *the ways in which scientists study the natural world and propose explanations based on evidence. In the context of school science, scientific inquiry refers to the activities of students in which they develop knowledge and understandings of scientific ideas and how scientists study the natural world* » (p. 23).

Du côté francophone, Fourez (1994)<sup>19</sup> résume bien ces finalités et leur impact souhaitable sur l'élève. En effet, pour lui, une personne est considérée comme éduquée sur le plan scientifique et technologique lorsque ses savoirs « lui procurent une certaine autonomie (possibilité de négocier des décisions face aux contraintes naturelles ou sociales), une certaine capacité de communiquer (trouver les manières de "dire"), et une certaine maîtrise, quant aux situations concrètes (comme la contagion, la surgélation, l'ordinateur, etc.) » (p. 50). Ce qui signifie qu'outre les contenus disciplinaires classiques ou « traditionnels », l'enseignement des ST doit intégrer d'autres aspects.

---

<sup>19</sup> Dans sa position, Fourez (1994) s'appuie également sur les travaux de l'AAAS (1989).

Bien qu'exprimées différemment selon les orientations des auteurs, les positions qui se dégagent tant des écrits scientifiques que de ceux produits par des organismes gouvernementaux et des associations portant sur l'éducation scientifique et technologique, soutiennent que l'enseignement scientifique et technologique doit permettre aux élèves l'appropriation des outils leur permettant de répondre à des questions scientifiques et technologiques dans leur vie quotidienne et de développer des attitudes et des modes de pensée s'apparentant à celle que les scientifiques mettent en œuvre dans leur pratique (American Association for the Advancement of Science (AAAS), 1989, 1993; Fourez, 1994, 2006, 2007, 2008; Hasni, 2005; 2011; MELS, 2006; National Research Council, 1996, 2000).

Notons par ailleurs que la terminologie qui réfère à ces savoirs varie selon les points de vue des auteurs et leurs orientations théoriques. Par exemple, certains auteurs, réfèrent au savoir conceptuel en utilisant le terme « savoir déclaratif » (Tardif, 1999) ou *knowing that* (Ohlsson, 1996) et désignent le savoir-faire par savoir procédural (Tardif, 1992), *practical knowledge* (Ohlsson, 1996) ou *procedural knowledge* (McCormick, 1997). En fait, la terminologie retenue par les auteurs privilégie soit une entrée orientée par la dimension épistémologique de ces savoirs ou une entrée du côté des processus mentaux mis en œuvre par l'élève. Dans cette étude, c'est la première entrée qui oriente nos choix. En effet, comme nous l'avons exposé dans la problématique, c'est par les pratiques d'enseignement d'un point de vue didactique que nous abordons notre question de recherche. Nous considérons que lors de la planification et de la mise en œuvre en classe d'une situation d'enseignement-apprentissage, l'enseignant met en place les conditions qui favorisent leur appropriation par les élèves. Parmi celles-ci, les caractéristiques des savoirs en jeu.

Dans la section suivante, nous présentons une catégorisation des principaux types de savoirs et des conditions de leur enseignement qui nous servira de référence pour l'analyse des pratiques. Cette catégorisation tient compte des écrits scientifiques et de l'analyse des programmes au Québec et dans d'autres pays de l'OCDE. Par exemple, au Québec, parmi les principales composantes du programme de ST, il y a

les démarches d'investigation scientifique et technologique associées aux compétences ainsi que le contenu intégrant les concepts à côté d'autres types de savoirs (techniques, attitudes, etc.). Notre cadre d'analyse met l'accent sur les savoirs conceptuels dans leur relation avec les démarches d'investigation scientifique et de conception technologique ainsi que leurs relations avec les savoir-faire ou habiletés (intellectuelles et techniques) qui les composent.

### **1.1. Les savoirs conceptuels**

Ces savoirs renvoient au référent théorique composé des concepts, des théories, des modèles construits collectivement par la communauté scientifique (Martinand, 1992, 1994; Tiberghien, 1992). Ils sont une construction de l'esprit, qui permet de se représenter les objets du monde, même en leur absence (De Vecchi et Carmona-Magnaldi, 1996). Si ces savoirs sont abstraits, ils ne sont pas construits pour eux-mêmes, mais pour répondre à des questions empiriques que les scientifiques se posent. Ils sont donc opérants, car ils font fonctionner le réel, mais s'en détachent (De Vecchi et Carmona-Magnaldi, 1996; De Vecchi et Giordan, 1994). En fait, comme l'explique Martinand (1992), les concepts scientifiques sont des pivots théoriques qui organisent l'ensemble des principales réponses aux questions dans le cadre des pratiques empiriques.

Par exemple, le concept d'élément chimique concerne le domaine des réactions chimiques, c'est-à-dire un domaine empirique de transformations de la matière qui met en jeu des notions empiriques comme celles du corps simple et du corps composé. De plus, un concept permet de faire fonctionner des notions. Le fonctionnement d'un concept (dans ce cas, celui d'élément chimique), réfère aux « types d'énoncés dans lesquels le mot élément, ou des dénominations d'élément peuvent entrer, des types correspondants de relations que les éléments peuvent entretenir entre eux, et des réactions chimiques réelles qui leur servent de référent » (Martinand, 1992, p. 162). Toutefois, le concept d'élément 1) est plus abstrait, car il est d'ordre théorique que les notions empiriques de corps simple et corps composé; 2) il permet de faire fonctionner ces notions en ce sens que dans le domaine chimique,

du point de vue d'un chimiste, un élément est commun aux corps simples et composés donnant les mêmes tests (*Ibid.*).

Par ailleurs, comme le montre Fabre (1999) reprenant Bachelard (1970),

Pour Bachelard déjà, tout concept est un interconcept. Caractériser l'intensité électrique par exemple, c'est l'insérer dans le réseau des équations du domaine qui expriment ses rapports à la résistance, au potentiel... Ensuite, tout concept se réfère à un champ de problèmes qui lui donnent sens : ceux qu'il résout et ceux qu'éventuellement il permet de poser. Enfin, le concept se définit comme moment d'une genèse historique ou psychologique : par la somme des rectifications successives dont il constitue l'aboutissement (p. 142).

L'idée de trame conceptuelle amenée en didactique des sciences est une modalité de prise en compte de ces caractéristiques épistémologiques. Il s'agit d'organiser les contenus d'enseignement autour de concepts définis de manière multidimensionnelle (Astolfi, 2002). Cette organisation vient s'opposer au morcellement et à l'absence de hiérarchisation des savoirs, car elle est structurée autour de concepts intégrateurs.

Au cours des apprentissages, afin de s'adapter aux niveaux cognitifs de l'élève, le même concept peut intégrer plusieurs niveaux de formulation (Astolfi, Darot, Ginsburger-Vogel et Toussaint, 2008; De Vecchi et Carmona-Magnaldi, 1996). De Vecchi et Carmona-Magnaldi (1996) définissent un niveau de formulation comme « un ensemble de connaissances, matérialisé par un énoncé ayant atteint un certain degré d'abstraction et correspondant à un seuil provisoire que l'on atteint. Il est en relation avec un champ de validité précis et limité dans lequel il fonctionne efficacement » (p. 83). L'analyse conceptuelle d'une notion produit ainsi des énoncés relatifs aux sous-notions constitutives d'un concept. L'idée du niveau de formulation des concepts présente l'intérêt de sélectionner des formulations qui sont adaptables à différents moments de la scolarité. Dans le cas de la respiration par exemple, selon le niveau des élèves, celle-ci peut être vue comme 1) un mouvement de ventilation qui renouvelle l'air d'un organe (chez les animaux aériens) ou une circulation d'eau aérée sur des branchies (chez les poissons, par exemple); 2) un échange gazeux entre



l'organisme et le milieu extérieur qui se traduit par l'absorption de l'oxygène et un dégagement du gaz carbonique; 3) une oxydation lente et contrôlée des aliments au niveau des tissus vivants (Astolfi, Darot, Ginsburger-Vogel et Toussaint, 1997).

D'un point de vue cognitif, Ohlsson (1996) fait une distinction entre deux sortes de savoirs (le *knowing that*) : le savoir concret et le savoir abstrait. Pour lui, le savoir concret fait surtout appel à la mémoire et inclut les faits (ex. l'inspiration et l'expiration dans le phénomène de la respiration), les symboles (le symbole d'un transformateur, d'un vecteur de force) et les noms des objets (l'inductance, la chlorophylle, etc.). Le savoir abstrait renvoie aux savoirs qui nécessitent un travail de conceptualisation et dont le sens découle d'un processus d'abstraction (*Ibid.*). Pour cet auteur, si ce savoir apparaît souvent dans le discours, « *there is a deep connection between abstract knowledge and discourse* » (p. 51), les indicateurs qui montrent la réussite de l'acquisition de ces savoirs sont la capacité à faire des liens et des prédictions. L'enseignant doit par conséquent privilégier des situations d'apprentissage qui rendent ce savoir conscient, explicite et élaboré (*Ibid.*).

Pour sa part, Barth (1987, 2002) définit un concept par l'association de trois dimensions : 1) une dénomination par l'étiquette langagière, qui lui est associée pour désigner une pensée abstraite (signifiant); 2) des attributs qui le délimitent et définissent sa compréhension (signifié); 3) des exemples qui vérifient tous ses attributs (référent). Ainsi, pour l'auteure, si le concept comporte une dénomination et une définition, c'est par les attributs que se construit le sens d'un concept, car ils permettent « de distinguer une idée d'une autre idée, un objet d'un autre objet » (Barth, 1987, p. 21) et « ce qui rend un concept différent d'un autre, c'est la combinaison d'attributs » (*Ibid.*, p. 23).

Le concept se distingue donc aussi bien de la chose représentée par ce concept, que du mot, de la notion ou de l'énoncé verbal, qui est le signifiant de ce concept mental : « le savoir n'existe pas sans le réel, l'intérêt est d'en saisir à la fois l'aspect abstrait et l'aspect concret par un processus de comparaison des deux » (Barth, 2002, p. 50).



Ainsi, un enseignement qui repose sur la maîtrise du vocabulaire ou d'une définition lexicale doublée éventuellement par la présentation d'exemples spécifiques pour l'acquisition d'un concept n'amènera pas nécessairement la construction mentale de celui-ci chez l'élève. En effet, le fait que les élèves maîtrisent le vocabulaire qui désigne les objets ou les phénomènes naturels qui les entourent (comme la photosynthèse, l'énergie, etc.) ou la capacité d'évoquer des exemples auxquels le concept est susceptible de s'appliquer n'est pas une preuve concluante de la compréhension scientifique de ces derniers.

L'une des caractéristiques principales d'un concept est en effet son pouvoir d'établir entre des phénomènes une relation suffisamment générale et invariante, pour autoriser la prévision de résultats ou d'effets (Barth, 1987). Si pour enseigner des concepts, on peut recourir à différentes stratégies d'enseignement comme l'explication, la démonstration, la recherche documentaire, etc., une attention particulière doit être accordée à la nature des concepts en jeu.

En effet, il existe deux principaux types de concepts auxquels d'autres peuvent s'intégrer : les concepts catégoriels et les concepts relationnels (Astlofi, 2002). Les premiers découlent d'une abstraction empirique en ce sens que l'abstraction peut porter sur des objets empiriques (par exemple, le concept de mammifère). Les seconds découlent d'une « abstraction réfléchissante », car l'abstraction porte sur des idées (*Ibid.*) (ex. le concept d'énergie). C'est pour cela que l'appropriation des concepts pose plusieurs difficultés. Il s'agit donc d'aider l'élève à repérer, dans le cas de concepts catégoriels, les attributs pertinents à travers des situations préalablement réfléchies et des exemples bien choisis, ce qui lui permettra d'insérer divers exemples et faits particuliers dans des unités plus larges et se construire ainsi des unités mieux structurées. L'appréhension des concepts relationnels, quant à elle, peut se faire à partir de situations ou d'actions multiples et variées, permettant à l'élève, par leur rapprochement, de discerner l'essentiel dans un contexte donné. L'enseignant doit en effet choisir des situations qui peuvent aider

l'élève à « voir » ce que, seul, il n'est pas capable de voir, car ce qu'il faut que l'apprenant discerne n'est pas généralement visible, il est de l'ordre d'une relation.

Si on combine l'apport des auteurs cités, retenons avec Astolfi (2005), l'idée qu'acquérir ces savoirs est comme se doter d'une nouvelle grille de lecture du réel, une nouvelle façon de poser des questions sur les choses : « Il s'agit ici de « disciplinariser » l'esprit des élèves, grâce à leur appropriation de concepts et de modèles, qui renouvellent les représentations de la matière, du vivant et des objets techniques, et par là, les systèmes d'explication du monde » (p. 65). Mais pour que cette portée transformative soit possible, certaines conditions doivent être considérées dans l'enseignement des concepts scientifiques. Nous les résumons en deux idées principales.

Premièrement, si on considère que le concept se distingue du mot ou de l'énoncé qui le représente, on saisit l'importance de ne pas déléguer l'enseignement d'un concept uniquement à une explication ou une définition aussi claire soit elle ou au sens personnel que l'élève donne à l'étiquette qui le représente. Comme le rappelle Barth (2002) « la définition d'un contenu donné, c'est-à-dire ce sur quoi on souhaite que les apprenants portent leur attention, ne peut être laissée aux manuels dont on dispose – peut-être sans les avoir choisis – ou à la subjectivité d'une interprétation personnelle » (p. 56).

Deuxièmement, la prise en compte de la dimension épistémologique des savoirs en jeu est une condition nécessaire pour une appropriation des concepts d'un point de vue scientifique. D'où l'importance d'une analyse conceptuelle qui va conduire au choix de niveaux de formulation adéquats, mais également, et surtout, les questions ou les problèmes scientifiques qui mobilisent pertinemment ces savoirs, car ceux-ci doivent fonctionner même si le champ de validité considéré est limité (Astolfi, 2011; De Vecchi et Carmona-Magnaldi, 1996). Le choix des situations d'enseignement-apprentissages pertinentes d'un point de vue épistémologique relève de la compétence de l'enseignant à repérer les questions ou les problèmes scientifiques adéquats en fonction de la limite imposée par le niveau de formulation

visé, ce qui représente d'ailleurs un grand défi dans l'enseignement des ST (Tiberghien, 2009).

## 1.2. Les savoir-faire

Si la formation scientifique met l'accent sur l'appropriation des savoirs conceptuels, la pratique scientifique suppose pour y arriver des interactions entre le monde des observables, celui des actions et celui de la pensée. Pour Martinand (1994) et Thiberghien (1994), ces interactions nécessitent la familiarisation avec un ensemble de règles, de principes, de procédures qui permettent l'ajustement des manipulations aux caractéristiques concrètes des objets utilisés (oscilloscope, microscope, etc.) et des phénomènes (tenir compte de la relativité des grandeurs dans les réactions chimiques, des polarités en électricité et en magnétisme, etc.). De manière simplifiée, on peut dire que les savoir-faire<sup>20</sup> en ST sont ce qu'il faut connaître et faire pour réussir les manipulations, ce sont donc l'ensemble des connaissances pratiques mises en œuvre lors des manipulations (Martinand, 2010). Celles-ci incluent des habiletés d'ordre technique (séparer des mélanges, utiliser des instruments de mesure et d'observation, monter et démonter des systèmes, etc.) et intellectuel comme les représentations symboliques qui peuvent être sémantiques (représentation vectorielle d'une force), syntaxiques (la légende d'un schéma). Notons que ces représentations sont régies par des règles de manipulation déterminant la réussite de celles-ci (ex. reconnaître la différence entre l'anode et la cathode d'une diode et tenir compte de cette polarité dans le branchement de la diode dans un circuit pour qu'elle soit passante) (Martinand, 2010).

Comme on peut le constater, savoirs conceptuels et savoir-faire sont indissociables dans la mesure où les uns sont indispensables aux autres. Certains auteurs incluent les démarches dans le savoir-faire. D'ailleurs, les classifications opérées par les auteurs dans la catégorisation de ces savoirs contiennent implicitement ou explicitement des simplifications qui se justifient par des fins

---

20 Désignés également par *practical knowledge* et *procedural knowledge*.

d'ordre communicationnel imposées par le fait que l'auteur doit présenter ses idées à une communauté. En fait, l'activité scientifique et technologique se caractérise par la gestion des rapports complexes entre le concret et l'abstrait, le factuel et le formel, l'expérimental et le théorique (Martinand, 1994). L'articulation entre les champs théorique et empirique est ainsi au cœur des processus de pensée en sciences et technologies. Celle-ci présente plusieurs enjeux dans l'enseignement des ST.

### **1.3. L'articulation entre les savoirs conceptuels et les savoir-faire dans l'activité scientifique et technologique : les démarches scientifiques et technologiques**

L'une des caractéristiques des champs scientifiques et technologiques est de proposer des concepts, des théories et des modèles qui permettent de représenter, d'analyser ou d'interpréter des situations empiriques qui constituent leur champ de validité. Ces savoirs et le processus à l'origine de leur élaboration sont interreliés dans le cadre de démarches qui leur sont propres.

Les démarches scientifiques et technologiques convoquées dans l'enseignement des ST sont nombreuses. Citons par exemple, la démarche expérimentale, la modélisation, l'investigation sans expérimentation, la conception ou le design et l'analyse technologique, etc. Notons que le vocable démarches scientifiques et technologiques ainsi que leurs définitions varient selon les auteurs (Anderson, 2002). En effet, une démarche peut désigner à la fois une démarche en particulier (démarche expérimentale, démarche de modélisation, démarche d'observation, etc.) comme elle peut parfois désigner l'ensemble de ces démarches référant ainsi aux pratiques des scientifiques et technologues de manière générique (démarche scientifique, investigation scientifique).

Pour Hasni et Roy (2006), ces démarches sont « ces façons particulières aux sciences de construire les problématiques scientifiques et de mettre en place des stratégies permettant de leur apporter des réponses considérées valides par une communauté scientifique œuvrant dans un cadre conceptuel reconnu » (p. 14). Cette définition se rapproche de celle de *l'Inquiry-based science* proposée par le NRC (1996) qui la définit comme



*The ways in which scientists study the natural world and propose explanations based on evidence. In the context of school science, scientific inquiry refers to the activities of students in which they develop knowledge and understandings of scientific ideas and how scientists study the natural world (NRC, 1996, p. 23).*

Bien que les désignations et les définitions varient d'un auteur à l'autre, ce sont les écrits anglophones qui précisent le plus les caractéristiques de ces démarches. Ils ont d'ailleurs servi d'appui pour plusieurs tentatives de renouvellement de l'enseignement des sciences dans les pays francophones comme la France (le programme main à la pâte qui s'est inspiré du programme *Hands on* aux États-Unis) et le Québec (le programme actuel réfère souvent à l'investigation scientifique).

Mais pour traduire ces démarches en classe, les enseignants et les concepteurs du matériel didactique ont besoin d'une définition plus opérationnelle que celles évoquant vaguement les manières, les façons de faire, ou les pratiques des scientifiques et des technologues. La définition du NRC (2000) nous semble aller dans ce sens :

*Is a multifaceted activity that involves making observations; posing questions; examining books and other sources of information to see what is already known; planning investigations; reviewing what is already known in light of experimental evidence; using tools to gather, analyze, and interpret data; proposing answers, explanations, and predictions; and communicating the results. Inquiry requires identification of assumptions, use of critical and logical thinking, and consideration of alternative explanations.*  
(p. 23)

D'autres auteurs comme Lidar, Lundqvist et Ostman (2005), Singer et *al.*, (2003), Enfield *et al.* (2007) et Sandoval (2005) proposent ce qu'ils appellent les *epistemic practices* pour distinguer clairement ces démarches. Ces auteurs soutiennent l'idée que ces dernières permettront d'amener l'élève à saisir la dimension épistémique du travail des scientifiques :

Enfield *et al.* (2007) définissent ces activités ainsi :



*Epistemic practices are statements that reflect values and assumptions implicit in science [...] epistemic practices include asking questions, collecting data, making descriptions of observations, finding patterns in the data, and developing scientific reasoning. (p. 609)*

S'inscrivant dans la même perspective, Chin et Osborne (2010) et Avraamidou et Zembal-Saul (2005) soutiennent que pour atteindre ce caractère épistémique, les situations d'enseignement-apprentissages, habituellement centrées sur l'exploration et l'expérimentation dans une visée de découverte ou de confirmation, doivent laisser place à des situations qui recourent plutôt à l'explication et l'argumentation qui concèdent à la manipulation des faits scientifiques une place centrale : « *Teaching science as argument and explanation requires a focus on "how evidence is used in science for the construction of explanations, and what are the criteria used in science to evaluate the selection of evidence and the construction of explanations"* » (Avraamidou et Zembal-Saul, 2005, p. 965). Toutefois, Chin et Osborne (2010) tout en soulignant l'importance de ces *epistemic practices*, pointent leurs enjeux. En effet, pour ces auteurs, si le questionnement et l'argumentation promettent de développer une compréhension solide des phénomènes scientifiques, celle-ci est conditionnelle au respect de certains principes :

*For argumentation to be supported, there must be the consideration of plural accounts of phenomena and a context that permits dialogical discourse, such as small-group discussion in which students build and evaluate explanations. Teaching must also address epistemic goals that focus on how we know what we know and why we believe certain theories to be superior or more fruitful than competing viewpoints (p. 234).*

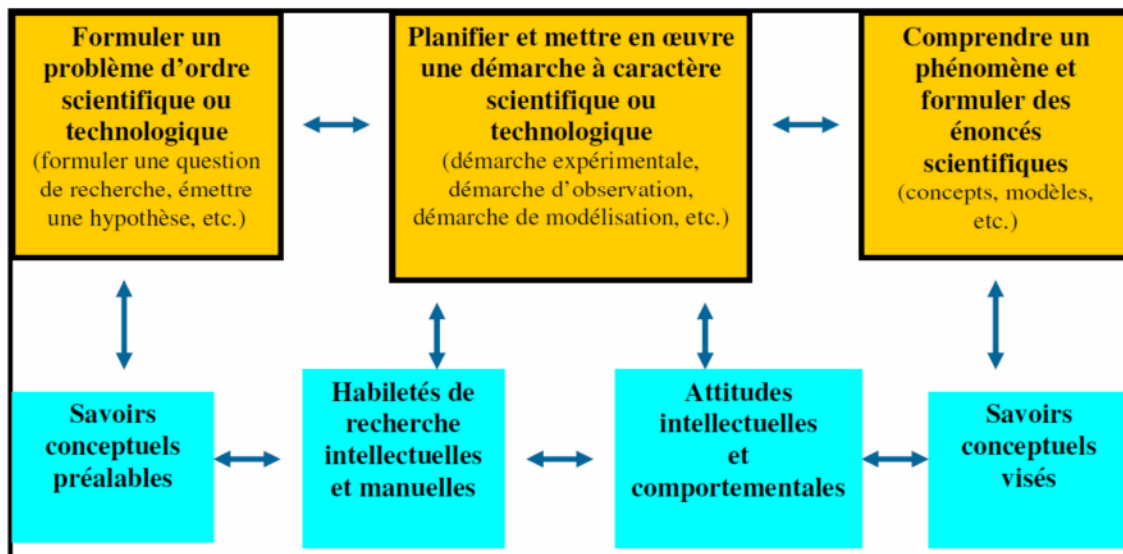
Pour ces auteurs, une mise en œuvre adéquate de ces démarches est tributaire de la disponibilité pour les enseignants d'un matériel didactique qui s'inscrit dans la même logique. De plus, selon ces auteurs, outre le fait que les élèves doivent se pratiquer à ces démarches, celles-ci doivent être vues comme des objets d'apprentissages en soi auxquels il importe d'initier l'élève.

### *1.3.1. Caractéristique des démarches scientifiques et technologiques : une diversité, mais avec des points caractéristiques communs*

Pendant longtemps, la démarche expérimentale associée à la démarche OHERIC a été un stéréotype dans l'enseignement des ST. C'est une représentation des sciences qui tend à privilégier l'observation comme un donné, et dont le processus est basé sur la vérification ou la preuve (Fourez et Laroche, 2009). OHERIC désigne ce processus par lequel l'observation (O) d'un phénomène conduit à la formulation d'hypothèses (H), qui nécessitent une expérimentation (E) visant à les infirmer ou à les confirmer. L'interprétation (I) des résultats (R) obtenus par l'expérimentation permet de tirer des conclusions (C) au regard des hypothèses de départ. Giordan (1999) soutient que si cette démarche a connu du succès pendant des années, elle n'est en fait qu'un modèle idéalisé de ce que font les scientifiques : « Jamais on n'a pu expérimenter de la sorte dans un laboratoire. La méthode OHERIC est en fait une reconstruction par la pensée a posteriori : une fois que le chercheur a trouvé une réponse à ses interrogations, il organise sa publication de la sorte pour des facilités de présentation » (p. 49).

Or, si on veut s'inspirer des démarches utilisées par les scientifiques et des technologues dans l'enseignement, il faut tenir compte de la diversité de celles-ci (Giordan, 1999; Hasni et Samson, 2007). Pour ces auteurs, l'importance de marquer cette diversité se justifie par la nécessité de montrer aux élèves que les démarches scientifiques ne se réduisent pas à une démarche unique et stéréotypée. Si la démarche expérimentale caractérise l'enseignement des sciences, elle ne convient pas à toutes les problématiques scientifiques : « dans plusieurs cas, ni l'hypothèse, au sens strict, ni l'expérimentation avec contrôle de variables ne sont nécessaires. Les cas sont nombreux dans des domaines de la biologie, de la géologie, de l'astronomie, et d'autres disciplines scientifiques » (Hasni et Samson, 2007, p. 2).

Mais comme le soutiennent Giordan (1999) et Hasni (2011), malgré cette diversité, toutes tournent autour de moments clés que nous pouvons identifier sur la figure ci-après.



Tiré de Hasni (2011b)

Figure 1- Quelques éléments qui caractérisent les démarches scientifiques et technologiques

Les démarches scientifiques et technologiques sont supposées répondre généralement à un problème découlant d'une situation problématique ou d'un besoin. Dans cette étape, il s'agit de la formulation adéquate d'un problème d'ordre scientifique ou technologique. Celui-ci doit s'appuyer sur les savoirs déjà connus. De plus, comme le montre la figure 1, la mise en œuvre de toute démarche de recherche est basée sur des données scientifiques. Celles-ci peuvent être recueillies de différentes manières (expérimentation avec contrôle de variables, observation, recherche documentaire, etc.). Le recueil des données et leur interprétation devraient aboutir à la compréhension du phénomène et la formulation des énoncés scientifiques en lien avec le problème ou la question de départ.

De cette structure, on peut dégager quelques caractéristiques qui se retrouvent dans la majorité des démarches.

#### Les caractéristiques des démarches scientifiques et technologiques

Quatre attributs fondamentaux caractérisent ces démarches : 1) le statut central de la problématisation; 2) l'usage des données scientifiques ou technologiques ou leurs substituts; 3) la relation nécessaire entre ces démarches et la production des

savoirs conceptuels qui permettent de répondre aux interrogations de départ et qui mettent en évidence d'autres problèmes nouveaux; 4) la mobilisation des habiletés intellectuelles et techniques tout au long du processus de recherche ou de conception.

#### Des éléments à considérer au regard de la construction du problème

Si la situation amorçant toute démarche scientifique est porteuse d'un problème ou d'une question, comme le souligne Jacob (1981), elle n'est pas transparente « [...] On peut parfaitement examiner un objet pendant des années sans jamais en tirer la moindre observation d'intérêt scientifique » (Jacob, 1981, dans Astolfi *et al*, 1997, p. 83). La complexité et la multiréférentialité de toute situation conduit inévitablement à la nécessité de la décoder. Afin d'y arriver, le scientifique ou le technologue est amené à faire des choix en acceptant volontairement de mettre de côté certains aspects des problèmes étudiés et en privilégiant d'autres. Ce qui revient à dire qu'il ne conserve que les éléments et les relations qui l'intéressent en fonction du sujet traité.

Néanmoins, cette opération de décodage ne se fait pas au gré du chercheur, elle doit s'imbriquer pertinemment dans la structure disciplinaire du champ concerné, autrement dit, s'appuyer et se justifier par les savoirs déjà établis. Et comme le souligne Bachelard (1993)

[...] quoiqu'on dise, dans la vie scientifique, les problèmes ne se posent pas d'eux-mêmes. C'est précisément ce sens du problème qui donne la marque du véritable esprit scientifique. Pour un esprit scientifique, toute connaissance est une réponse à une question. S'il n'y a pas eu de question, il ne peut y avoir connaissance scientifique. Rien ne va de soi. Rien n'est donné. Tout est construit (p. 14).

Selon plusieurs auteurs, la construction du problème scientifique du point de vue de l'élève présente plusieurs enjeux qui échappent parfois à l'attention de l'enseignant. Parmi ceux-ci, la confusion entre un problème scientifique et un problème pratique (Fabre, 1999; Orange, 2007). Ce qui distingue le problème scientifique des autres sortes de problèmes est qu'il se base sur les savoirs conceptuels déjà connus, mais également que sa résolution fait appel à une démarche



de recherche qui conduit à la production d'une compréhension scientifique du sujet d'étude (Hasni, 2011).

Ainsi, on peut considérer que dans le cas de l'enseignement scientifique et technologique, l'enseignant doit composer avec la tension entre deux pôles qui s'opposent. Le premier vient du fait que c'est l'élève, avec ses besoins, ses conceptions et ses questions personnelles qui doit construire son savoir. Le deuxième découle de la nature des objets de savoirs scientifiques scolaires qui, quant à eux, se situent en rupture avec ces mêmes intérêts. Ainsi, si l'enseignant choisit de partir de l'intérêt de l'élève en recourant à des situations ancrées dans la réalité quotidienne, pour tendre vers les savoirs scientifiques (en rupture avec le sens commun), l'enseignant doit conjuguer deux conditions essentielles : 1) tenter de ne pas se substituer à l'activité de l'élève; 2) amener l'élève à s'approprier le problème pour que celui-ci prenne en charge la solution, mais pour que cette dévolution ait lieu, l'enseignant doit s'assurer que l'élève dispose des outils conceptuels nécessaires, autrement le problème de l'enseignant n'est qu'artifice pour l'élève. Il s'agit donc pour l'enseignant de se poser la question : comment accompagner l'élève dans le passage de ses intérêts personnels aux objets scolaires, qui rappelons-le relèvent de champs disciplinaires et de pratiques de référence très variés? C'est ainsi qu'Astolfi (2011) soutient que pour qu'un dispositif d'apprentissage soit efficace, il doit « expliquer de quelle manière il parvient à gérer la tension entre auto et hétérostructuration<sup>21</sup> » (p. 119).

#### Des éléments à considérer au regard des manipulations

Comme mentionné plus haut, l'établissement des faits à étudier dans le cadre du problème ou la question de recherche formulée doit s'appuyer sur des données que l'élève aura à traiter. Le mode de recueil varie selon le champ, la nature du phénomène ou de l'objet étudié, l'accessibilité des données, etc. On peut ainsi

---

21 L'auteur réfère ici aux modèles de l'intervention éducative (Not, 1979).



recourir à une expérimentation avec contrôle de variables, des observations, une enquête par questionnaire, une analyse documentaire, etc.

Il faut considérer également que la nature des manipulations empiriques dépend du but poursuivi par l'enseignant à travers la démarche utilisée. En ce sens, Coquidé (2000) identifie trois visées principales du recours à l'expérimental, chacun ayant sa logique épistémologique particulière et son propre mode d'intervention didactique : 1) un mode d'expérientiation (d'expérience-action) qui permet aux élèves d'explorer et d'agir, à travers des situations variées, avec des finalités de familiarisation pratique à des objets, à des phénomènes et à des instruments scientifiques et techniques sans nécessairement aboutir à des conclusions en termes de savoirs formalisés; 2) un mode d'investigation empirique (expériences-objets) qui met en œuvre une démarche d'investigation effective, une importance particulière est donnée au raisonnement, à la méthodologie et à la validité des conclusions. Il s'agit d'inciter les élèves à réfléchir sur les démarches et sur les raisonnements; 3) un mode d'élaboration théorique (expériences-outils ou d'expérience-validation) dans lequel l'expérience peut être considérée comme un outil mis au service de l'élaboration théorique, pour la construction de concepts ou de modèles. Il s'agit de mettre à l'épreuve les constructions intellectuelles pour en éprouver la pertinence et le domaine de validité. Dans ce mode, sont convoqués des allers-retours entre le registre empirique et la conceptualisation.

Ainsi, lorsqu'il s'agit d'initier l'élève à la relation entre les référents théorique et empirique dans le cadre d'une démarche, on peut saisir l'importance de la prise de conscience de l'enseignant d'abord de son propre rapport à l'expérimental, mais également des différentes raisons d'être des manipulations. Par exemple, dans le cas de la démarche de modélisation, Martinand (2010) suggère d'apprendre à l'enseignant à distinguer l'enseignement de la modélisation de l'enseignement des modèles. L'enseignant doit en effet, comprendre les trois caractéristiques essentielles des modèles : ils sont et restent hypothétiques; ils sont modifiables pour s'adapter aux « besoins »; ils sont pertinents pour certains problèmes dans certains contextes

(Martinand, 2010). Il ne s'agit plus alors de choisir le « bon modèle » à présenter, mais plutôt de se donner comme ligne directrice de choisir la situation d'apprentissage qui reflètera ces caractéristiques. Tiberghien (2009) ajoute pour sa part que l'enseignant doit se préoccuper d'explicitier aux élèves les démarches du scientifique qui distinguent le monde des objets et des événements du monde des modèles et ne pas occulter le chemin entre la situation réelle et la situation déjà modélisée. À défaut de quoi on risque de laisser l'élève démuni puisqu'il ne dispose pas des moyens qui lui permettent de comprendre la raison d'être des modèles. Mais pour y arriver, il faudrait puiser dans l'histoire des sciences pour justifier pourquoi une situation donnée est modélisée de telle façon (Tiberghien, 2009).

Par ailleurs, dans la perspective où l'activité scientifique est considérée comme une activité humaine socialement construite et que le recours à des démarches d'enseignement-apprentissages amènera l'élève à se confronter à des objets, des événements, des expériences, etc., Giordan (1999) rappelle que

L'élève doit mettre en œuvre des démarches, confronter ses idées à celles des autres ou à des documents. Il doit tisser des liens entre ses idées, s'appuyer sur un (ou plusieurs) schémas ou modèles; éventuellement, il doit pouvoir mobiliser le savoir dans d'autres situations et prendre le temps, à certains moments, de réfléchir sur ce qu'il a fait. (p. 45)

Mais la confrontation n'est productive que si l'enseignant s'en sert pour amener les élèves à argumenter leurs choix ou à repérer leurs conceptions (Giordan et De Vecchi, 2010).

Ce sont donc ces types de savoirs fondamentaux en ST, même s'ils ne couvrent pas l'ensemble des apprentissages potentiels possibles, qui seront considérés dans l'analyse des pratiques d'enseignants du secondaire dans le cadre de l'EPP. Ces savoirs sont, d'une part, considérés comme fondamentaux dans les écrits scientifiques dans le domaine. Ils sont, d'autre part, structurants du PFEQ qui constitue la première référence des enseignants dans leur enseignement des ST.

## 2. L'ENSEIGNEMENT PAR PROJETS : FONDEMENTS ET CARACTÉRISTIQUES

Dans cette section, nous traitons du deuxième concept central de cette étude. Pour l'aborder, nous commençons par un rappel des fondements de l'enseignement par projets. Ensuite, nous dégagons les caractéristiques de ce type d'enseignement. Cette analyse nous permettra de dégager les aspects à retenir pour l'étude de l'enseignement et de l'apprentissage des savoirs disciplinaires.

### 2.1. Les fondements de l'enseignement par projets

Bien que l'enseignement par projets soit associé à plusieurs courants psychologiques, la majorité des écrits se réfèrent surtout aux travaux de Dewey. Si les travaux de cet auteur sur la philosophie de l'éducation ont profondément marqué la pédagogie au tournant du XX<sup>e</sup> siècle (Ducharme, 1993; Not, 1991, 1979; O'Neill et Polman, 2004; Railsback, 2002), plusieurs auteurs soutiennent qu'en ce qui concerne l'enseignement par projets, cette influence perdure encore : « *although today we may view project-based teaching through new theoretical lenses, such as situated cognition [...] and social constructivist views of learning and intelligence [...] the fundamentals of the project-based approach remain unchanged* » (O'Neill et Polman, 2004, p. 234). Rappelons brièvement les principes proposés par Dewey qui se déclinent dans l'enseignement par projets.

#### 2.1.1. Sur le plan cognitif : la connaissance passe par l'action

Le pragmatisme de Dewey repose sur le principe que le savoir n'a pas de fin en soi; il n'est significatif que dans ses rapports avec la vie. Not (1979) explique que cette vision de la pensée revient à dire que « nous ne vivons pas pour penser, nous pensons pour vivre » (p. 116). Pour Dewey (1913), la pensée est une fonction médiatrice qui s'est formée pour les besoins de la survie et de l'adaptation<sup>22</sup> de l'humanité. Elle n'est pas une faculté de pure contemplation :

---

<sup>22</sup> Dewey a été très imprégné par la biologie évolutionniste de Darwin (Tsuin-Chen, 1958). Pour lui, « la vie est une réaction incessante à un environnement qui nous stimule incessamment » (Dewey, 1968, p. 13).

La conception aristotélicienne de la connaissance pure nous présente quelque chose qui naît de la raison, faculté purement *cognitive, théorique*<sup>23</sup>, quelque chose d'infiniment supérieur à la simple connaissance, adaptation créée par les besoins de la vie. Celle-ci est au service d'un but, celle-là existe pour elle-même (Dewey, 1913, dans Deladelle, 1995, p. 83).

Dans cette perspective, la connaissance ne peut se former qu'à travers la confrontation avec le réel qui la met à l'épreuve. La pensée chez l'enfant comme chez l'adulte est alors l'instrument qui sert à résoudre les problèmes de l'expérience vécue. Dans son modèle de la pédagogie de la connaissance, Dewey s'inspire beaucoup de la démarche de l'enquête scientifique (*Inquiry*). Ce modèle, qui rend compte du processus de résolution des problèmes que l'individu rencontre se décline en cinq phases :

La première correspond à l'expérience courante : l'environnement exerce son action et l'individu réagit pour s'adapter. Cela n'exige parfois qu'une réaction minime peu ou pas consciente et l'individu se modèle alors à son milieu. D'autres fois, les difficultés de l'adaptation provoquent une prise de conscience douloureuse et l'adaptation nécessite une création dans et par laquelle elle s'accomplit.

La seconde est caractérisée par l'interruption de l'activité et la prise de conscience de ces difficultés.

La troisième consiste en une inspection des données dont on dispose, et notamment des expériences passées.

La quatrième est celle où l'on forme une hypothèse sur la façon de renouer la continuité de l'expérience interrompue par les difficultés apparues au cours de la première phase.

La cinquième est celle où l'on met à l'épreuve des faits, l'hypothèse retenue comme étant la plus apte à restaurer la continuité de l'expérience. (Dewey, 1947, dans Not, 1979, p. 119)

---

23 Souligné par l'auteur.



Pour Not (*Ibid.*), le modèle de Dewey marque une rupture profonde avec les méthodes traditionnelles; il va jusqu'à inverser l'ordre connu jusqu'alors de la manière dont l'enfant structure sa connaissance : « on ne va pas de la connaissance à l'action, mais de l'action à la connaissance [...]. C'est pour cette raison que Dewey place les actes de la vie courante à l'origine du développement cognitif » (Not, 1979, p. 118).

Si le pragmatisme de Dewey est fondamentalement lié à l'expérience vécue, il faut comprendre que la notion de l'expérience chez cet auteur a une signification particulière en ce sens qu'elle n'est pas entendue au sens de l'expérience courante qui signifie simplement vivre quelque chose. Il ne s'agit pas d'un simple modelage du sujet par l'environnement, mais plutôt d'une dialectique de passivité et d'activité :

On ne peut comprendre la nature de l'expérience que si l'on note qu'elle comporte un élément actif et un élément passif combinés d'une manière particulière. Du côté actif, l'expérience **éprouve**<sup>24</sup> – signification que le terme **expérimentation**<sup>25</sup> explicite plus nettement. Du côté passif, elle **subit**<sup>26</sup>. Quand nous faisons l'expérience d'une chose, nous agissons sur elle, nous faisons quelque chose avec elle; puis nous subissons les conséquences. Nous faisons quelque chose à la chose qui, à son tour, nous fait ensuite quelque chose : c'est en cela que consiste cette combinaison particulière. (Dewey, 1975, p. 173)

Ainsi, pour qu'une expérience soit éducative au sens de Dewey, elle doit premièrement amener l'individu, en interaction avec son environnement, à prendre conscience que ses mécanismes de réaction face à une action qu'il a entreprise sur cet environnement ne suffisent pas. Cette prise de conscience revient à dire en fait que l'individu saisit le sens du problème auquel il est confronté avec les facultés cognitives dont il dispose.

---

24 Souligné par l'auteur.

25 Souligné par l'auteur.

26 Souligné par l'auteur.

De plus, l'expérience doit guider la pensée à évoluer selon les phases qui se rapprochent de celles d'une démarche scientifique : « le sens d'un problème, l'observation des conditions, la formation et l'élaboration rationnelle d'une conclusion suggérée et la mise à l'épreuve expérimentale active » (Dewey, 1975, p. 186). Par deux principes appelés « transaction » et « continuité », Dewey (1947) explique sa vision de la structuration cognitive de la connaissance :

Les deux principes de continuité et d'interaction [transaction<sup>27</sup>] sont inséparables. Ils distinguent et unissent. Ils sont pour ainsi dire les aspects longitudinaux et latéraux de l'expérience. Des situations différentes se succèdent, mais conformément au principe de continuité, quelque chose des premières passe aux suivantes. De même qu'un individu passe d'une situation à une autre, son monde, son environnement se dilate ou se contracte. Il ne se trouve pas vivre dans un autre monde, mais une partie ou un autre aspect du même monde. Ce qu'il a acquis de savoir et de savoir-faire dans une situation précédente devient un instrument de compréhension et d'action efficace dans les situations suivantes. (Dewey, 1947, p. 44)

Vue ainsi, une véritable expérience est développement intellectuel : « Quand le sujet s'intéresse au problème en tant que problème, à l'enquête et à l'étude pour résoudre son problème, son intérêt est proprement intellectuel » (Dewey, 1967, p. 51).

Ainsi, on peut constater que la vision de Dewey relativement à la manière dont l'enfant construit ses connaissances à travers une confrontation avec le réel s'est opérationnalisée dans l'enseignement par projets. En effet, celui-ci propose de considérer l'individu dans sa globalité et de garantir la continuité entre l'école et les situations naturelles que vit l'élève à l'extérieur de l'école (Daniel, 1997; Dewey, 1975). Trois idées paraissent dans les définitions des auteurs relativement à l'EPP : 1) la nécessité que le projet soit ancré dans la vie réelle des élèves; 2) la confrontation à

---

<sup>27</sup> Dewey remplace le mot interaction par transaction, car il a remarqué que le mot interaction pouvait laisser entendre que l'organisme et l'environnement pouvaient être des formes d'existence complètement séparées reliées par une action. Le mot transaction évite cette confusion étant donné que, pour Dewey, l'organisme et l'environnement ne sont pas seulement interreliés par l'action, mais par l'existence qui change activement au gré des transactions (Deledalle, 1967).

un problème qui initie le projet et 3) la production d'artefacts qui met à l'épreuve les solutions envisagées.

### 2.1.2. *L'intérêt<sup>28</sup> intrinsèque au service de la connaissance*

Outre l'apport du modèle de connaissance proposé par Dewey sur le plan cognitif, les travaux de cet auteur sur l'intérêt et la volonté sont également investis dans l'enseignement par projets. Reconnaisant que le terme intérêt est utilisé dans des sens très divers, Dewey (1967) précise que :

L'idée centrale de ce terme paraît que l'individu se sent engagé, subjugué, accaparé par une activité à laquelle il reconnaît une certaine valeur. L'étymologie du mot intérêt : *inter-esse*, nous amène à cette idée que l'intérêt annihile la distance séparant une conscience des objets et des résultats de son activité; c'est l'instrument qui opère leur union organique. (p. 54)

L'intérêt au sens de Dewey renvoie à ce qui accompagne l'identification, par l'action du moi d'un objet ou d'une idée, en raison de la nécessité de cet objet ou de cette idée pour que le moi continue à s'exprimer (Dewey, 1899, cité dans Deledalle, 1995). Il distingue deux formes d'intérêt : l'immédiat et le médiate. Il y a intérêt immédiat lorsque le moi s'exprime d'une manière spontanée, immédiate, le but est l'activité elle-même : « tout ce qui est jeu revêt ce caractère, et toute appréciation purement esthétique se rapproche de ce type d'expression du moi [...] L'âme de l'enfant qui joue à la balle et celle de l'artiste qui écoute une symphonie s'épanouissent complètement grâce à la réalité immédiate ». (Dewey, 1967, p. 57)

L'intérêt médiate qu'il qualifie également d'indirect, d'emprunté, signifie ce qui se produit lorsque des « choses indifférentes ou même désagréables en elles-mêmes deviennent intéressantes par les relations et les liaisons qu'elles créent et dont nous n'avons pas conscience » (*Ibid.*, p. 58). C'est ce qui arrive par exemple lorsqu'un élève qui n'aime pas les mathématiques y prend goût une fois qu'il a saisi que celles-ci servent pour la construction de machines, « tout dépend donc des

---

<sup>28</sup> La pédagogie de Dewey est qualifiée à tort de pédagogie de l'intérêt.

relations de l'objet avec le moi, de la manière dont cet objet fait ou ne fait pas appel aux tendances virtuelles de celui-ci » (*Ibid.*, p. 59). C'est dans cette perspective qu'il appelle à une reconsidération de la logique des programmes d'études tant au niveau des contenus que des manières de les aborder. Il insiste, entre autres, sur l'importance de rattacher ces contenus à la vie sociale qui leur donne sens.

Par ailleurs, l'auteur met en garde contre la confusion qui assimilerait l'intérêt à l'objet qui le porte. En effet, selon Dewey (1967), si l'intérêt se rattache à un objet, « on commettrait une erreur en pensant que l'intérêt réside d'abord dans l'objet et que c'est lui qui fait naître l'activité du moi » (p. 56). Ainsi, explique-t-il,

Le nombre 12 est sans intérêt comme pur fait, mais il en acquiert quand il apparaît comme un moyen de mettre en jeu une énergie ou des désirs latents, quand il aide à fabriquer une caisse ou mesurer la taille de quelqu'un. Le même principe régit à des degrés divers, les connaissances les plus techniques de la science ou de l'histoire. (*Ibid.*, p. 56)

Cette nuance est si déterminante dans la théorie de Dewey qu'il a souligné qu'elle a été l'une des sources d'incompréhension de sa théorie de l'intérêt qui a été finalement « dénaturée par ses partisans comme par ses adversaires » (*Ibid.*, p. 60). Pour lui, deux erreurs flagrantes, liées à la notion d'intérêt, menacent l'éducation. La première consiste à faire des choix de sujets d'étude complètement indépendants des intérêts des élèves : « l'enfant qui jongle aisément avec les fractions compliquées est parfois absolument incapable de résoudre un problème très simple de la vie pratique. Il n'a jamais vu ce cas auparavant, ou il ne sait pas quelle règle appliquer » (*Ibid.*, p. 150). La deuxième est de réduire « l'éducation à n'être que la confection d'artifices plus ou moins extérieurs et superficiels destinés à retenir l'attention » (*Ibid.*, p. 59).

En d'autres termes, si Dewey invite l'école à relier les activités de l'élève à sa vie quotidienne, il insiste surtout sur le rôle de l'enseignant qui doit s'arranger pour que l'élève comprenne le sens de l'activité qui lui est proposée. En effet, pour lui, une des absurdités des méthodes traditionnelles d'enseignement est le fait qu'elles confondent les problèmes du maître et celui de l'élève et qu'elles supposent que le



simple fait d'accoler l'étiquette problème à une situation fait qu'il en est un. « Pour que l'enfant se rende compte qu'il a affaire à un problème réel, il faut qu'une difficulté lui apparaisse comme *sa*<sup>29</sup> difficulté à lui, comme un obstacle né dans et au cours de son expérience, et qu'il s'agit de surmonter s'il veut sa fin personnelle » (*Ibid.*, p. 87). Et si l'élève ne saisit pas ce sens, l'enseignant « lui présente les connaissances nouvelles de manière qu'il en saisisse la portée, en comprenne la nécessité et voie ce qui les relie à ses besoins » (*Ibid.*, p. 60).

Selon Fabre (2009), le point crucial de la pédagogie de Dewey se situe dans le passage de l'intérêt pratique à l'intérêt théorique. À ses détracteurs qui qualifient sa pédagogie d'utilitariste, Dewey répond : « l'idée fondamentale n'est pas d'amuser ni d'instruire avec le minimum d'ennui, pas plus que d'acquérir des savoir-faire - bien que cela puisse être un produit secondaire des activités scolaires -mais d'élargir et d'enrichir la portée de l'expérience et de maintenir vivant et actif le désir de progresser intellectuellement » (Dewey, 1975, p. 280).

Mais son appel à relier l'école à la vie sociale n'a pas juste une portée psychologique, il a également une portée sociale (Deledalle, 1975; Not, 1979) que nous résumons au point suivant.

### 2.1.3. *Sur le plan de la formation sociale : l'école n'a pas d'autre fin que de servir la vie sociale*<sup>30</sup>

Si la socialisation est reconnue aujourd'hui comme l'une des missions de l'école, la proposition de Dewey en 1887 était révolutionnaire et controversée à son époque (Deledalle, 1995; Westbrook, 1993). Dewey (1913) écrit: « j'ai dû, à mon regret, introduire dès le début dans cette définition philosophique de la connaissance, un point de vue, non seulement un peu abstrait et spéculatif, mais encore douteux et contesté ». (Dewey, 1913, dans Deledalle, 1995, p. 84). Il a tenté de défendre, à

---

<sup>29</sup> Souligné par l'auteur.

<sup>30</sup> Ce titre résume les principes moraux de la vision de l'éducation telle que conçue par Dewey (1967). Dans sa formulation nous avons repris intégralement l'une de ses conclusions énoncée dans son ouvrage intitulé *L'école et l'enfant*, p. 167.

plusieurs reprises, sa vision de l'éducation qu'il désigne par « le point de vue social ». Pour Dewey (1913), sa proposition aspire à

introduire dans l'éducation les nouvelles méthodes d'investigation qui, en dehors des écoles, ont révolutionné les procédés de la science, qui ont entraîné à leur suite une révolution politique et industrielle [...]. Ces vues peuvent paraître ambitieuses. Avant de les critiquer, il faut bien en saisir l'étendue; à défaut, on objecterait, comme on l'a fait trop souvent, que le mouvement social, en éducation, consiste à dédaigner la science et à la subordonner simplement aux besoins pratiques, à opposer l'utilité à la culture pour sacrifier celle-ci à celle-là (Dewey, 1913, dans Deledalle, 1995, p. 84).

Si dans l'école de Dewey (école de Chicago), la classe est une communauté où l'élève apprend les principes de la coopération et de la division du travail, le projet social que portent les idées de cet auteur va au-delà de cet aspect. En effet, pour lui, les connaissances acquises à l'école n'ont d'utilité que si elles confèrent à l'individu un pouvoir social :

La thèse que nous défendons ici est que ce principe supérieur<sup>31</sup> existe et qu'il peut être formulé comme suit : une étude n'a de valeur que *si elle permet à un élève de comprendre mieux son milieu social*<sup>32</sup> et si elle lui confère le pouvoir d'estimer jusqu'à quel point ses capacités pourraient rendre service à la société. (Dewey, 1967, p. 148).

Ainsi conçue, la formation sociale de l'individu, selon Dewey (1967), est ainsi étroitement liée à la capacité de l'école à préparer ses individus à comprendre la scène sociale. Pour lui, cela passe par le degré d'adéquation entre les connaissances acquises à l'école et la vie en société :

Pour qu'elles aient réellement une valeur éducative, nos connaissances doivent nous donner une représentation et une conception définies des matériaux nécessaires à la vie sociale. De même, la discipline n'a d'efficacité que si elle permet à l'individu d'agir de façon à mettre ses connaissances au service de la société.

---

31 Désigné ainsi par l'auteur, car c'est un principe qui doit régir la mission de l'école.

32 Souligné par l'auteur.

L'éducation digne de ce nom ne peut consister en un vernis de politesse et de savoir-vivre<sup>33</sup>; elle est essentiellement l'union vitale entre les connaissances de l'esprit et la discipline de la volonté. (Dewey, 1967, p. 149)

Cette dimension sociale apportée par Dewey et d'autres auteurs comme Freinet et Freire a marqué plusieurs auteurs contemporains et a donné naissance à la pédagogie du projet comme mode de pensée idéologique qui dépasse la portée pédagogique surtout en France<sup>34</sup> et en Belgique<sup>35</sup> (Hubet, 2005). C'est d'ailleurs cette double perspective qui serait à la base de la multitude d'usages des projets dans l'enseignement. Perrenoud (2002) remarque d'ailleurs qu'avant d'être une pratique, le projet est une représentation, parfois une valeur ou une idéologie. À titre d'exemple, « la pédagogie du projet-élève » est pour Hubert (2005), « un formidable outil d'émancipation pour les publics dominés » (p. 16). Pour ces auteurs, si le pôle pédagogique tient en compte l'acquisition des savoirs scolaires, le pôle « émancipationniste<sup>36</sup> » est tout autant important. Par ce pôle, ces auteurs visent « des pratiques du projet comme levier de transformation d'une réalité oppressante, insupportable. En écartant tout esprit de fatalité, les projets définis auront pour objectifs d'agir positivement sur la situation faite à des sujets dominés » (*Ibid.*, p. 17). Néanmoins, soulignons que si cette approche revêt pour ces auteurs cette double perspective, pour maints autres, elle ne relève que des moyens ou des dispositifs pédagogiques dont l'enseignant peut se servir pour enseigner.

En synthèse, bien que l'école de Dewey fût de courte durée et que sa théorie de la connaissance controversée, ses principes ont été repris par plusieurs auteurs. On

---

33 Ces propos renvoient à la critique que Dewey fait des écoles traditionnelles où les méthodes d'enseignement consistent à miser sur des facteurs de motivation qu'il qualifie d'extrinsèques comme l'affection pour le maître, la rivalité, ou la peur soit de la sanction physique ou de la désapprobation d'autrui (Dewey, 1967).

34 Par exemple, pour le Groupe français d'éducation nouvelle (GFEN).

35 Pour le mouvement belge LeGrain, le projet est un outil de libération des groupes dominés, car il est une réalisation matérielle qui transforme la réalité. Elle a donc une utilité et un impact visible. Précisons que ce mouvement s'intéressait au départ aux élèves qui échouaient à l'école (Hubert, 2005).

36 Sur ce pôle, Hubert (2005) précise qu'il s'appuie sur les travaux de Paulo Freire.

peut comprendre à présent que la multitude de ses référents explique toute l'importance des dimensions à la fois cognitive, sociale et affective sur lesquelles se fonde l'enseignement par projets. Ces dimensions se retrouvent dans les finalités éducatives mises en avant par les auteurs pour justifier le recours aux projets dans l'enseignement, mais également dans les caractéristiques considérées comme essentielles pour définir ce type d'enseignement. Cette multidimensionnalité s'avère d'ailleurs un facteur qui rend complexes les tentatives de synthèse des définitions des auteurs. En effet, d'une part, les différentes acceptions du terme projet ainsi que ses usages dans différents champs (pédagogie, psychologie, sociologie, philosophie) rendent laborieux le repérage des écrits. D'autre part, si on s'intéresse juste au champ de la pédagogie, les nuances dans les choix mêmes de la manière de désigner ce type d'enseignement témoignent de l'éclatement du discours entourant cette approche. Dans ce qui suit, nous présentons une synthèse des définitions présentées dans les écrits scientifiques.

## **2.2. Les définitions de l'enseignement par projets : qu'est-ce qui caractérise ce type d'enseignement?**

Afin de tenir compte de la diversité des entrées des auteurs qui orientent d'ailleurs fortement les manières de définir cette approche et par ricochet les modalités d'actualisation de ces définitions dans les propositions de mise en œuvre en classe, nous avons regroupé ces caractéristiques en deux catégories : 1) des caractéristiques que l'on pourrait qualifier de génériques en ce sens qu'elles sont transversales à toutes les disciplines scolaires; 2) des caractéristiques issues de certains modèles que les auteurs ont développés en tenant compte de la discipline scolaire en jeu. Précisons que lors de la présentation de ces caractéristiques, d'une part, nous gardons les terminologies utilisées par les auteurs et, d'autre part, nous rapportons par la même occasion les modalités d'actualisation de ces caractéristiques telles qu'annoncées par les auteurs.

### **2.2.1. *Des caractéristiques génériques***

Dans cette catégorie, on retrouve, par exemple, la démarche de projet telle que proposée par Bordallo et Ginestet (1993). Ces auteurs la présentent comme une



rationalisation de la démarche industrielle qui veut concevoir, produire et commercialiser un produit. Ils soutiennent que « la démarche de projet dans l'industrie apporte des outils de gestion, de prévision, d'évaluation, qui sont adaptables dans l'enseignement et permettent d'apporter de la rigueur, là où risque de régner une joyeuse improvisation » (*Ibid.*, p. 15). Telle que définie, cette démarche met de l'avant la dimension de l'efficacité de l'action par l'anticipation, « la prévision de ce que l'on entend faire ultérieurement : le schéma mis en forme logique de ce qui est anticipé » (p. 8) en déterminant les buts et en planifiant les étapes et les outils nécessaires à l'atteinte de ces buts. Concernant les apprentissages disciplinaires dans la perspective de ces auteurs, ils proposent de recourir à la pédagogie par objectifs, laquelle permettra de cibler la suite des apprentissages à traiter dans le projet. Ils précisent qu'il y a intérêt à allier les avantages des deux pédagogies (par projet et par objectifs).

Lors de la mise en œuvre en classe, la proposition de ces auteurs se décrit en cinq phases : « l'exploration, la cristallisation, la spécification, la réalisation et l'évaluation de fin de parcours » (*Ibid.*, p. 166), lesquelles reprennent les phases habituelles d'un projet technique industriel : analyse du besoin ou définition d'un cahier de charge (fonctions du produit, critères à respecter, contraintes qu'il va subir, etc.); conception (recherche d'idées, de solutions possibles et leur sélection); réalisation (planification des tâches, organisation du travail); homologation (validation du produit par rapport au cahier des charges).

D'autres auteurs proposent des modèles plus ou moins semblables, qui représentent généralement les grands moments d'un projet (Angers et Bouchard, 1984; Francoeur-Bellavance, 1996). Ainsi, Francoeur-Bellavance (1996) propose une modalité en quatre temps : « un temps global d'exploration des connaissances et des intérêts, un temps analytique de recherches de données et d'apprentissages spécifiques, un temps synthétique de structuration et d'intégrations des apprentissages et un temps de communication et d'action » (p. 37).

Pour sa part, Perrenoud (2002), qui retient la dénomination « démarche de projet » définit celle-ci comme :

Une entreprise collective gérée par le groupe-classe; qui s'oriente vers une production concrète; qui induit un ensemble de tâches dans lesquelles tous les élèves peuvent s'impliquer et jouer un rôle actif pouvant varier en fonction de leurs moyens et intérêts; qui suscite l'apprentissage de savoirs et de savoir-faire de gestion de projet (décider, planifier, coordonner, etc.); qui favorise en même temps des apprentissages identifiables figurant au programme d'une ou plusieurs disciplines. (p. 9)

De cette définition, on peut dégager que ce qui caractérise un projet en tant que dispositif pédagogique est le fait qu'on peut l'associer 1) au travail collectif, 2) à la nature concrète et socialisable de la production finale, 3) au rôle actif de l'élève, mais également 4) à l'acquisition des apprentissages figurant au programme. L'auteur semble également faire allusion à la possibilité de faire des liens entre les disciplines scolaires lors du recours à un projet.

Dans la définition de Hubert (2005), pour qui « le projet doit renforcer la socialisation des formés » (p. 59), le recours au projet dans l'enseignement implique « la fabrication d'un produit socialisable valorisant, qui en même temps qu'elle transforme le milieu, transforme aussi l'identité de ses auteurs en produisant des compétences nouvelles à travers la résolution des problèmes rencontrés » (Hubert<sup>37</sup>, 2005, p. 43). Rappelons toutefois que Hubert (2005) distingue clairement la démarche du projet de la pédagogie du projet. Pour lui, la deuxième englobe la première : « dans l'une, on fait du projet une technique d'enseignement, la matière d'enseignement étant divisée en un certain nombre de projets. Dans l'autre, cette méthode est l'expression même du vrai mode de pensée; elle devient alors à la fois le moyen et le but » (p. 16). Dans la perspective de cet auteur, la reconnaissance sociale de la production ainsi que le potentiel du projet à permettre à l'élève d'avoir un pouvoir d'action sont centraux. L'auteur soutient d'ailleurs que l'efficacité de cette

---

<sup>37</sup> Hubert est l'un des responsables du Groupe français d'éducation nouvelle, le GFEN.

pédagogie est conditionnelle à la possibilité que « la pratique du projet s'accompagne d'une prise de pouvoir citoyenne sur les structures de l'école permettant de prolonger, de renforcer les prises de responsabilités qui s'effectuent dans le projet » (p. 54). Il propose ainsi une gestion souple des temps des projets, une réelle contribution des délégués-élèves dans les conseils des écoles (*Ibid.*).

Sur le plan des savoirs disciplinaires, l'auteur met l'accent sur la dimension fonctionnelle de ces savoirs « car débouchant directement sur une action, une production tangible » (*Ibid.*, p. 55). Pour lui, le projet suppose une approche constructiviste en ce sens que « **la cognition accompagne l'action, la construction du savoir s'effectue dans l'action**<sup>38</sup> » (*Ibid.* p. 56). Il reproche d'ailleurs à l'enseignement traditionnel le fait que le savoir précède l'action ce qui le rend une simple application. Mais pour déterminer les objets de savoirs dans un projet, il fait appel à la pédagogie par objectifs, « dans la mesure où, par le projet, certains objectifs de formation vont pouvoir être atteints, tout en évitant les excès analytiques de cette PPO » (*Ibid.*, p. 55). C'est ainsi que, lors de la mise en œuvre de sa vision de la pédagogie du projet-élève<sup>39</sup>, il propose un modèle sous forme de « temps du projet ». Ces temps sont :

A) Le temps de réalisation : durant ce temps, les élèves exécutent les tâches planifiées, car le projet est avant tout une réalisation concrète socialisable qui suppose que des engagements ont été pris. Ce temps fait généralement appel à une démarche déductive qui va du savoir théorique construit avant la réalisation à l'action. Durant ce temps, l'enseignant a surtout un rôle de formateur-recours (*Ibid.*). Il peut se contenter d'observer, d'encourager et de noter les faits qu'il convient de rapporter à l'ensemble du groupe de la classe et d'aider si un problème surgit, mais sans le résoudre à la place de l'élève. Toutefois, lors de l'exécution des tâches, certains

---

38 Souligné par l'auteur.

39 Hubert (2005) précise que pour l'élaboration de son modèle, il s'est appuyé sur les travaux de plusieurs auteurs, dont Wallon (1945), Piaget (1977), Hameline (1977), Perrenoud (1996), Vassileff (1997), etc.

savoirs théoriques (concepts, lois, etc.) s'avèrent nécessaires pour la poursuite de la réalisation; commence alors le temps didactique.

B) Le temps didactique : ce temps bien que « détourné » (p. 64), est le moment propice pour traiter avec les élèves des savoirs disciplinaires « clés de la compréhension du réel » (*Ibid.*, p. 65). Il peut être installé grâce à la dynamique du projet qui en éclaire le sens. L'auteur suggère alors de recourir pendant ce temps à tout l'apport des didactiques des disciplines pour asseoir avec les élèves les notions visées. L'enseignant peut en effet bâtir « une situation didactique qui permettra d'asseoir un savoir théorique approché dans l'action ou de construire un autre savoir théorique nécessaire à cette action » (*Ibid.*, p. 65).

C) Le temps pédagogique : ce temps, « clé de voûte de la pédagogie du projet-élève », car c'est ce « qui va éclairer et donner du sens au temps de réalisation et au temps didactique » (*Ibid.*, p. 67). Ce temps englobe différents moments du projet comme ceux de la mise en place de la situation inductrice du projet au cours de laquelle sont précisés les contrats, les calendriers, etc.; des différentes réunions sur l'état d'avancement du projet; du bilan final du projet au cours duquel on fait le point sur le degré de satisfaction des destinataires du produit.

Si on examine de près la description des modalités de mise en œuvre du modèle de la pédagogie-élève proposé par Hubert (2005) ainsi que les exemples illustratifs de quelques projets, deux remarques nous semblent importantes à souligner. Premièrement, dans ce modèle, les projets semblent être d'envergure jusqu'à sortir de la classe et à impliquer toute l'institution scolaire, ce qui n'est pas surprenant si on considère la dimension sociale centrale dans cette perspective. D'ailleurs, l'auteur précise que le projet peut se décomposer en sous-projets et que « l'éclatement (inévitables) du projet principal en sous-projets, voire en microprojets,



peut faire courir le risque d'une certaine dispersion, mais il va rendre nécessaire aussi une **véritable responsabilisation des acteurs**<sup>40</sup> » (*Ibid.* p. 62).

Deuxièmement, l'auteur précise que les temps qu'il propose ne renvoient pas à une chronologie linéaire du déroulement du projet, mais à des séquences complémentaires qui peuvent interférer. Et plus l'enseignant est conscient de ces trois temps, meilleure est sa pratique des projets. Le repérage de ces temps est pour lui une manière efficace de prévenir les dérives associées au projet. Cette catégorisation d'un projet en trois temps présente à notre sens l'intérêt, notamment dans la formation des enseignants, de montrer que les savoirs doivent être nécessaires à l'avancement du projet. Toutefois, si on tente de mobiliser ces catégories pour aborder l'analyse des pratiques d'enseignement, on se confronte à un problème de catégorisation. En effet, il nous semble que les catégories se chevauchent conceptuellement, rendant ainsi leur délimitation difficile. À titre d'exemple, pour l'auteur, une des finalités du temps pédagogique est d' « **asseoir par une analyse réflexive les savoirs d'action et les savoirs théoriques**<sup>41</sup> construits, à travers une formalisation orale et parfois écrite, tout en revenant sur leur signification. C'est ici que se transforme le rapport au savoir et que s'explique le sens de ce savoir » (*Ibid.* p. 67). Tout se passe comme si le temps didactique ne prend pas en charge cette dimension réflexive sur le savoir. Ce chevauchement soulève la question de l'opérationnalisation de ce cadre.

### 2.2.2. *En synthèse des définitions génériques : des dimensions pour caractériser l'EPP lors de l'analyse des pratiques*

Même si les dénominations et les préoccupations sont différentes, on peut relever certaines particularités de l'EPP sur lesquelles les auteurs se rejoignent. Premièrement, cette dimension opératoire qui vise à rendre l'action efficace par l'anticipation par la détermination *a priori* des buts en fonction du produit visé et en planifiant les étapes nécessaires à leur atteinte, et, comme le souligne Boutinet

---

40 Souligné par l'auteur.

41 Souligné par l'auteur.

(2004), le projet s'oppose « au bricolage et à l'improvisation [...] Il constitue une règle directrice pour l'action à entreprendre » (Boutinet, 2004, p. 29).

Deuxièmement, la dimension fonctionnelle des savoirs mobilisés dans le projet qui assure des liens de pertinence entre les savoirs et la situation problématique à résoudre. L'apprenant ne développe pas les contenus pour eux-mêmes, mais il découvre immédiatement leur finalité en les employant dans une action. Cette dimension décline aussi l'idée qu'on apprend mieux lorsqu'on relie la cognition à l'action qui met à l'épreuve les schèmes dont on dispose et qui éventuellement pourrait amener à les réorganiser. Ces savoirs qui, insiste-t-on, devraient donc être nécessaires à la réalisation du produit.

Troisièmement, la dimension sociale du produit qui aurait pour effet d'engager l'élève, du moins psychologiquement.

Quatrièmement, la dimension collaborative qui fait l'unanimité bien que les raisons soient diverses selon les orientations des auteurs (apprendre à vivre en société, créer des conditions pour favoriser les conflits sociocognitifs, etc.).

### **2.3. La caractérisation de l'enseignement par projets dans le cadre de l'enseignement des sciences et technologies**

Dans l'enseignement secondaire, c'est du côté anglophone qu'on retrouve plus de tentatives d'adapter l'enseignement par projets aux spécificités des ST. Cependant, si dans leurs propositions, les auteurs se centrent spécifiquement sur l'enseignement des ST, il faut noter que les visées poursuivies par le recours aux projets dans ces disciplines peuvent être également très variées. Par exemple, certains auteurs s'intéressent à la manière dont le projet permet ou pas d'initier les élèves aux pratiques effectives des scientifiques (Barak, 1995; Chin et Chia, 2006). D'autres auteurs visent le rehaussement de l'intérêt des élèves envers les sciences et technologies (Barak, 2004; Guertin, 2004; Stratford et Finkel, 1996).

Comme nous l'avons souligné dans le chapitre de la problématique, la recherche ayant pour objet l'EPP dans l'enseignement des ST est relativement récente. Elle a surtout tenté de montrer l'effet de ce type d'enseignement sur les

apprentissages des élèves avec des méthodologies expérimentales dont les variables et les contextes sont contrôlés par les chercheurs incluant les projets mis à l'essai. De plus, si les propositions de mise en œuvre de projets en classe sont nombreuses, elles découlent généralement des propres expériences des auteurs. Très peu d'études avec des méthodologies rigoureuses ont mis à l'épreuve les différents modèles proposés. Nous avons cependant retenu deux propositions récentes.

La première est issue des travaux d'un groupe de recherche américain dont les écrits montrent que l'EPP en ST a été l'un de ses objets de recherche. Les écrits de ces auteurs sont d'ailleurs repris dans plusieurs études. Ces auteurs réfèrent à cet objet par *project-based science*. La deuxième est l'étude documentaire de Hasni *et al.* (2011) qui, comme nous l'avons signalé dans la problématique, a dégagé les caractéristiques mises de l'avant dans les écrits scientifiques sur l'EPP.

### 2.3.1. *Les caractéristiques du project-based science*

Le *project-based science* s'inscrit dans le courant des approches compatibles avec les nouvelles orientations d'inspiration constructiviste visant à développer une culture scientifique et technologique chez l'élève (Barab et Luehmann (2003). Chin et Chia (2004) précisent que « *This approach to instruction is based on a constructivist view of learning, which sees learning as involving both the individual and social construction of knowledge in personally meaningful contexts* » (p. 707).

La définition de Schneider *et al.* (2002) représente bien les caractéristiques du *project-based science* :

*Project-based science pedagogy is built around five features used to design activities that: a) engage students in investigating a real-life question or problem that drives activities and organizes concepts and principles; b) result in students developing a series of artefacts, or products, that address the question or problem; c) enable students to engage in investigations; d) involve students, teachers, and members of society in a community of inquiry as they collaborate about the problem; and e) promote students' use of cognitive tools (Krajcik, Blumenfeld, Marx, et Soloway, 1994). Each of these features supports students in constructing*

*understanding of important science concepts as they inquire into a real-life problem.* (Schneider et al., 2002, p. 411)

De cette définition, on dégage plusieurs constats que nous approfondissons en combinant d'autres précisions apportées dans d'autres écrits présentant les mêmes définitions du même modèle :

1) bien que visant une production finale, le projet est plutôt structuré par un problème ou une question de recherche scientifique qui prend racine dans le quotidien de la vie et qui mène à la production d'artefacts organisés par le problème à l'étude;

2) ce sont les artefacts produits tout au long du projet qui reflètent les aspects de savoirs disciplinaires abordés tout au long du projet : « *Artefacts are representatives of the students' problem solving solutions that reflect emergent states of knowledge* » (Singer et al., 2003, p. 29);

3) le projet implique le recours à des investigations qui doivent mener à construire des savoirs scientifiques. Rappelons ici que le *project-based science* dans cette approche est une manière d'introduire les démarches d'investigation scientifiques se rapprochant ainsi des pratiques des scientifiques. Sur cette composante, nous reprenons une citation de Thomas (2000) qui rappelle les caractéristiques des démarches impliquées dans un projet scientifique. En effet, se questionnant sur ce qui distingue l'enseignement par projets comme démarche d'apprentissage des autres formes de projets habituellement menés à l'école dans différentes perspectives, il affirme que:

*Projects involve students in a constructive investigation: an investigation is a goal directed process that involves inquiry, knowledge building, and resolution. Investigations may be design, decision-making, problem-finding, problem-solving, discovery, or model-building processes. But, in order to be considered as a PBL (project based learning) project, the central activities of the project must involve the transformation and construction of knowledge (by definition: new understandings, new skills) on the part of students (Bereiter et Scardamalia, 1999). If the central activities of the project represent no difficulty to the student or can be carried out*



*with the application of already-learned information or skills, the project is an exercise, not a PBL project.* (p. 4)

Ainsi, retenons que si dans le cadre d'activités de recherche, d'expérimentations ou d'essais techniques, les élèves sont amenés à mobiliser des contenus déjà vus, la dimension de la nouveauté (d'un savoir ou de la construction d'un nouvel aspect problème) à l'issue de ces démarches est tout aussi importante;

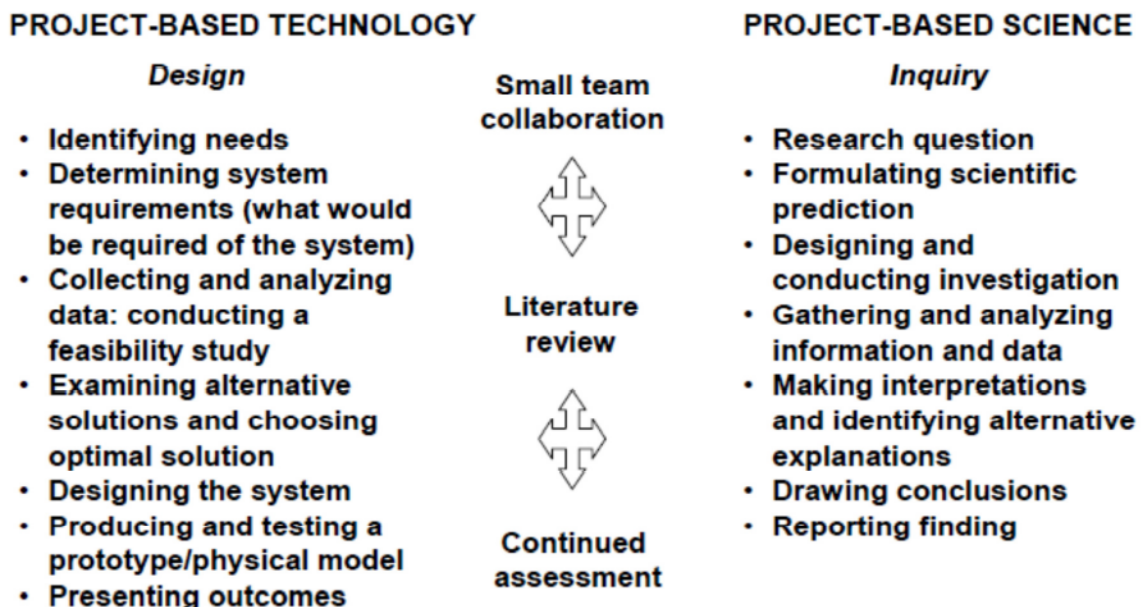
4) en plus de l'importance d'une collaboration entre pairs, enseignants, et autres acteurs de la communauté (par exemple : experts, chercheurs) l'utilisation des technologies de l'information et de la communication (TIC) lors de la mise en œuvre de l'enseignement par projets est un attribut qui caractérise ce modèle. Notons que la référence aux TIC est plus explicite dans d'autres définitions proposées par ces auteurs. Cette nécessité est justifiée par plusieurs raisons. En effet, d'une part, ces technologies facilitent la collecte et l'analyse des données (Singer *et al.*, 2003). D'autre part, elles permettent de simuler un environnement authentique<sup>42</sup>, en accédant à des données réelles (données en provenance de laboratoires de recherche, des musées, etc.) et en facilitant la communication avec les experts à travers les réseaux Internet, ce qu'une classe ne peut fournir. En outre, selon ces auteurs, ces outils permettent de promouvoir une image des sciences intégrées aux technologies (Singer *et al.*, 2003) : « *Project-based studies are a vehicle for providing pupils with scientific competence on the one hand and technological capability on the other, and also demonstrate their interrelationships* » (p. 31).

Bien que s'inspirant du même modèle de base, certains de ces auteurs soutiennent que si les ST se rejoignent sur plusieurs aspects, lorsqu'il s'agit d'élaborer des projets, il est important de distinguer un projet scientifique d'un projet technologique. La figure 2 est une illustration de cette distinction proposée par Frank (2006) qui s'intéresse particulièrement à l'enseignement de la technologie et pour qui

---

<sup>42</sup> Cet attribut s'inscrit dans la volonté de rapprocher les activités scientifiques scolaires des pratiques réelles des scientifiques et technologues. Rappelons que l'authenticité du problème structurant un projet est une caractéristique essentielle des problèmes dans l'approche *project-based science*.

les projets seraient le meilleur moyen d'amener l'élève à saisir une des démarches caractéristiques de cette discipline, à savoir le *design*.



Tirée de Franck (2006)

Figure 2- Caractéristiques de l'enseignement par projets en fonction des disciplines considérées (sciences ou technologies)

La distinction synthétisée par cet auteur met en relief la différence entre les contenus et les démarches privilégiés par chacune des disciplines. Alors que la démarche scientifique est structurée par une question, la démarche technologique commence par un besoin à combler. Le moment de la problématisation en sciences qui vise à dégager les questions ou les hypothèses de recherche se traduit en technologies par le moment de la détermination du cahier des charges. Les processus de recherche utilisés varient également (investigation *versus* design; contenu théorique comme fin en soi *versus* théorie appliquée; hypothèse *versus* solution; variable *versus* contrainte, etc.).

### 2.3.2. *Une caractérisation de l'enseignement par projets en ST d'un point de vue didactique*

Proposée par Hasni *et al.* (2011), cette définition découle d'une analyse documentaire. Les articles analysés étaient publiés dans une vingtaine de revues scientifiques anglophones et francophones spécialisées dans le domaine de l'enseignement et de l'apprentissage des sciences et technologies au primaire et au secondaire entre 1995 et 2006. Plus précisément, cette analyse s'est centrée sur les dimensions suivantes :

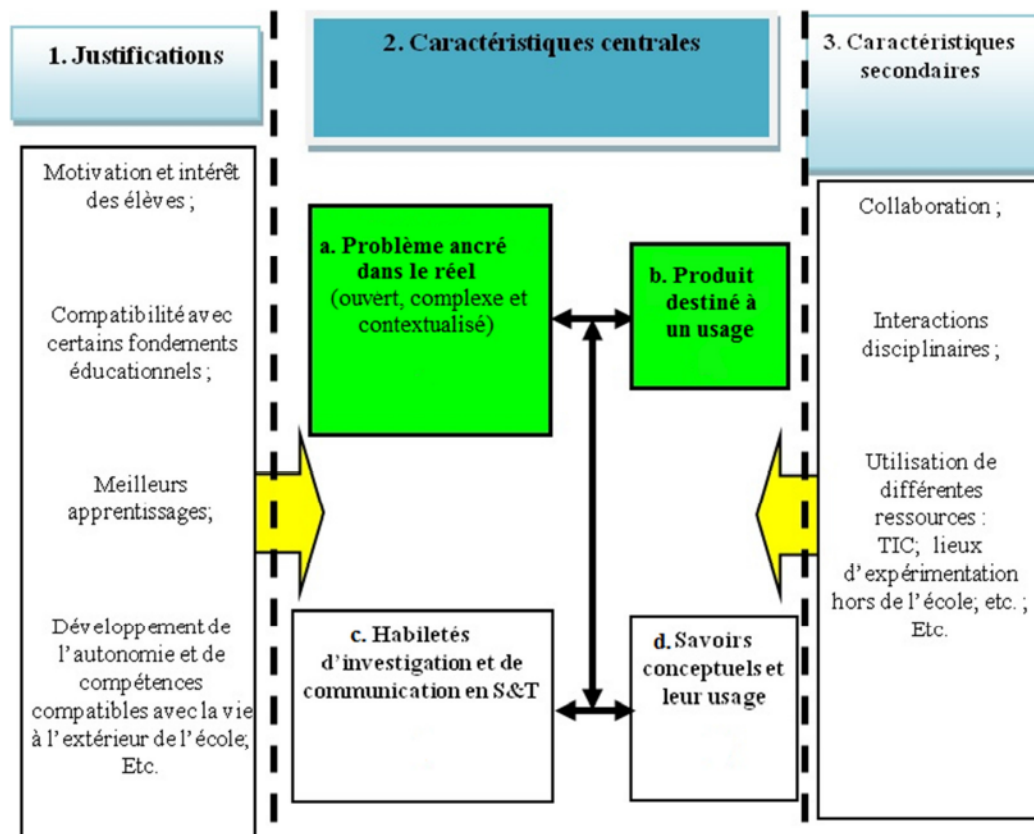
#### a) La dimension conceptuelle

Cette dimension renvoie à des questions qui permettent de clarifier le concept de l'enseignement par projets en sciences et technologies : lorsque les auteurs parlent de cette approche, de quoi parlent-ils? Quelle définition et quels attributs retiennent-ils pour la caractériser? Quels sont les fondements éducatifs qui sous-tendent ces choix? etc.

#### b) La dimension fonctionnelle

Il s'agit ici de chercher à clarifier les finalités éducatives que les auteurs retiennent pour justifier le recours à cet enseignement en S&T.  
(p. 7)

La figure ci-dessous (figure 3) représente, sous forme d'un schéma, la définition qui découle de cette analyse.



Tirée de Hasni, Bousadra et Marcos (2011)

Figure 3- Caractéristiques et justifications de l'enseignement par projets en sciences et technologies

Trois principales parties composent ce schéma. La partie gauche illustre des exemples de finalités éducatives justifiant le recours à l'enseignement par projets en ST. La partie centrale met l'accent sur les attributs qui se retrouvent à la jonction des caractéristiques de l'enseignement par projets et de celles de l'enseignement des ST. La distinction entre les attributs constituant le noyau central et ceux qui relèvent des moyens et des conditions (partie droite) se fait par l'accent mis sur la séparation des caractéristiques en deux catégories, centrales et secondaires. Les auteurs précisent que le caractère secondaire ne sous-entend pas un manque d'importance de ces caractéristiques. Il permet simplement de souligner qu'elles ne constituent pas la visée première d'un enseignement scientifique et technologique. Cette distinction



permet de ne pas perdre de vue les apprentissages disciplinaires propres aux ST et d'éviter ainsi des dérives qui feraient du projet un simple prétexte pour l'apprentissage de la collaboration, le renforcement des liens entre l'école et la vie quotidienne, le recours aux TIC, etc.

Comme l'illustre la section 2 de la figure, deux caractéristiques centrales (marquées par la couleur verte du schéma) structurant un projet en ST : a) la présence d'un problème ou d'une question de départ dont la réponse conduit à b) la réalisation d'un produit (matériel ou non matériel) destiné à un usage déterminé à l'avance. Le problème doit être ancré dans la vie hors de l'école (qui fait sens pour les individus et la société) et présenter aux élèves un défi proche de leur « zone de développement proximale » (Vygotski, 1997) (pas trop simple, pas trop complexe); etc. De plus, sa formulation doit s'appuyer sur des apprentissages scientifiques et technologiques préalables, ce qui le distingue des problèmes quotidiens ou de sens commun.

La relation entre les deux premiers éléments (a et b) doit faire appel à deux autres composantes centrales (c et d) : c) pour résoudre le problème retenu et réaliser le produit visé, l'élève est amené à recourir aux démarches à caractère scientifique (investigation scientifique) ou technologique; d) la construction et la mobilisation des savoirs conceptuels en ST. De plus, si le projet offre une occasion aux élèves de mobiliser les savoirs disciplinaires déjà acquis, il doit aussi servir de contexte pour les amener à construire des problématiques scientifiques et technologiques pertinentes dont la résolution conduit à la construction de savoirs nouveaux.

La poursuite de ces visées peut faire appel à certains moyens et conditions – qui pourraient à leur tour faire l'objet d'un apprentissage – comme la collaboration, l'utilisation de ressources (TIC ou sorties), le recours éventuel à une approche interdisciplinaire, etc.

Ajoutons que si dans le cadre de l'enseignement par projets, les auteurs mettent l'accent sur la nécessité d'une collaboration entre pairs, enseignants, ou autres acteurs de la communauté (par exemple : experts, chercheurs), cette caractéristique est toutefois vue de différentes manières. Ainsi, certains auteurs, dans

une perspective socioconstructiviste, font de la collaboration le moyen nécessaire pour la construction des connaissances par les élèves : « *this approach to instruction is based on a constructivist view of learning [...]. Working in collaborative groups allows students to be engaged in "knowledge building"* » (Chin et Chia, 2004, p. 708). Pour d'autres auteurs, la collaboration renvoie plutôt au développement de la coopération et au travail d'équipe (savoir écouter, négocier des compromis, etc.) (Barak et Raz, 2000; Frank, 2006).

#### **2.4. En synthèse**

Pour caractériser l'EPP en sciences et technologies, nous combinons les apports des différents écrits présentés. Nous retenons de la définition de Hasni *et al.* (2011) ses éléments constitutifs, car ils peuvent servir de repères pour appréhender les pratiques d'enseignement. Toutefois, telle que présentée par ces auteurs dans leur écrit, elle présente deux limites au regard de notre question de recherche.

Premièrement, comme on peut le remarquer, la vision de l'enseignement par projets en ST traduit un positionnement qui s'explique par les postures théoriques des auteurs. Si le fait de diviser les caractéristiques en deux catégories (centrales et secondaires) permet de mettre en évidence la distinction à faire entre les fins (les apprentissages disciplinaires) et les moyens, cette distinction est difficilement opérationnelle lorsqu'il s'agit d'aborder les pratiques d'enseignement dans une perspective descriptive non évaluative. En effet, discutant de la complexité de l'analyse des pratiques d'enseignement, Lenoir (2009) reprenant Bourdieu (1980), rappelle que dans leurs conduites quotidiennes, les enseignants obéissent plutôt à une logique pratique et agissent dans l'immédiateté rendant ainsi imprudent tout usage d'un modèle préétabli. Mais du moment qu'on accepte que cette définition constitue un modèle vu comme une construction théorique, projetée sur la réalité, qui permet de donner sens et cohérence à un ensemble de faits empiriques qui interfèrent dans le cas d'une situation (dans ce cas l'EPP en ST), il nous est permis de la mobiliser si les faits en jeu dans l'étude s'adaptent à ses conditions de validité.

Cependant, cette définition s'appuie sur un présupposé implicite. Elle modélise en fait une situation voulue par les auteurs (ce que l'EPP *devrait être* en ST selon ces auteurs)<sup>43</sup> et non une situation donnée à un moment donné (ce que l'EPP *est* en ST dans une classe ordinaire). Afin de pallier cette contrainte, nous supprimons la distinction que les auteurs font entre les caractéristiques centrales et secondaires de l'EPP en ST. Rappelons que ce choix nous est également permis, considérant le mode de construction de cette définition qui fait d'elle une bonne synthèse des caractéristiques identifiées chez une grande majorité des auteurs qui ont adapté l'EPP au cas de l'enseignement des ST incluant le modèle du *project-based science*.

Deuxièmement, si ces auteurs précisent que le problème de départ d'un projet et le produit doivent faire appel à des savoirs disciplinaires, ils ne se prononcent pas dans leur écrit sur la nature ni la forme de ces liens<sup>44</sup>. Or, dans le cas de la présente étude, nous avons besoin d'indicateurs explicites qui renseignent sur ces liens. Autrement dit, outre le fait de repérer la présence ou l'absence d'objets disciplinaires, nous aimerions avoir des repères pour aborder le rôle de ces savoirs que ce soit pour la réalisation du produit, ou pour répondre à la question de recherche structurant le projet. L'idée derrière ce choix est que ce rôle renseigne sur la pertinence du choix de recourir à l'EPP en ST d'un point de vue didactique considérant le coût qu'implique ce type d'enseignement en termes de temps et de ressources.

Nous ajoutons donc aux caractéristiques dégagées de la définition de Hasni *et al.* (2011) d'autres empruntées à celle du *project-based-science* (Krajcik *et al.*, 2007; Schneider *et al.*, 2002 et Singer *et al.*, 2003) en tenant compte d'une contrainte d'ordre méthodologique qui découle de l'angle d'approche de nos objets d'étude. En effet, on ne peut retenir que des dimensions, dont les indicateurs peuvent être

---

43 Cette définition est un outil de formation des enseignants.

44 Notons toutefois que dans le texte présentant cette définition, les auteurs ont présenté un exemple d'un projet en électricité illustrant leur définition de l'EPP en ST sans toutefois expliciter la nature du lien entre le produit à construire et les concepts sous-jacents.

identifiés à travers le discours de l'enseignant sur sa pratique ou son discours en classe.

Afin d'avoir une idée globale de l'ensemble du cadre conceptuel, nous présentons une synthèse schématisée des éléments retenus pour constituer le cadre d'analyse.

### 3. LES DIMENSIONS RETENUES POUR ABORDER L'ENSEIGNEMENT DES ST DANS LE CONTEXTE DU RECOURS À L'EPP

Le schéma de la figure 4 représente les éléments retenus pour opérationnaliser le cadre conceptuel qui orientera l'analyse des données.

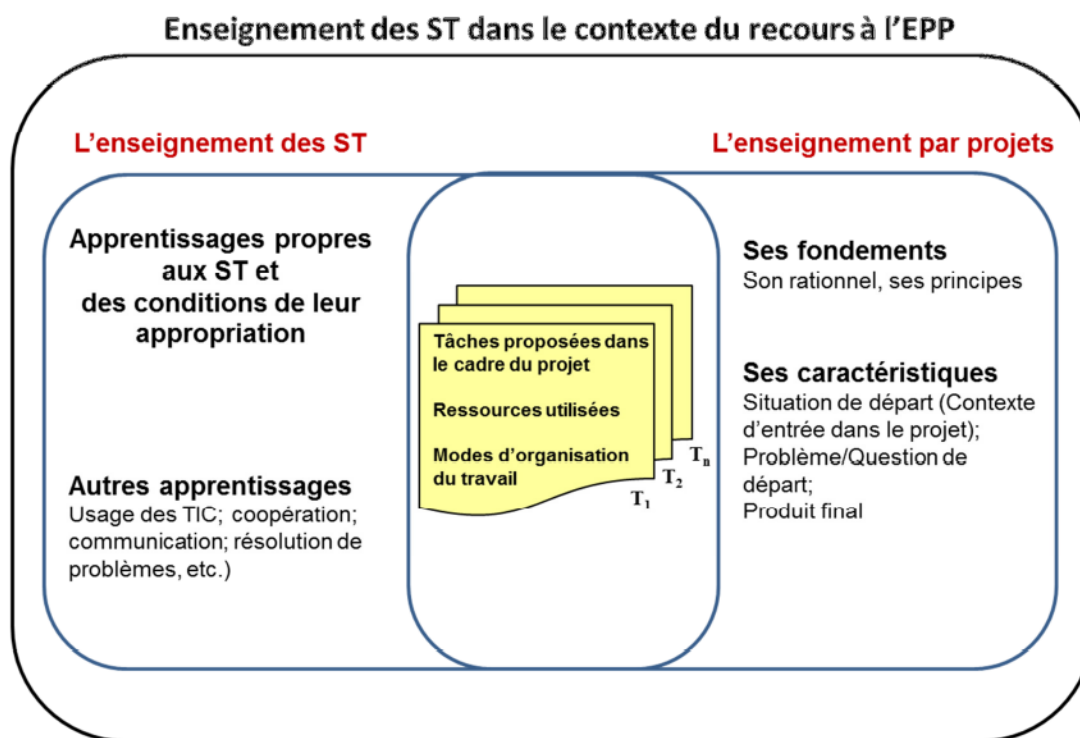


Figure 4- Schéma du cadre conceptuel de l'EPP en ST

Nous divisons cette figure en trois parties : 1) la partie gauche qui porte sur l'enseignement des ST; 2) la partie droite qui porte spécifiquement sur l'EPP; 3) la partie du milieu qui constitue une intersection entre les deux premières représente le lieu d'actualisation de l'articulation des deux premières parties. Nous considérons, en



effet, que l'articulation des caractéristiques du dispositif pédagogique adopté par l'enseignant (l'EPP) et celles de l'enseignement des ST s'actualisent en classe dans un ensemble de tâches proposées aux élèves. Durant la réalisation de ces tâches, les élèves travaillent selon une modalité d'organisation de la classe choisie par l'enseignant en utilisant différentes ressources didactiques. Le terme tâche est entendu ici au sens que lui donnent Magneron et Lebeaume (2004) : « le terme « tâche » met l'accent sur ce que les élèves font ou ont à faire sans préjuger du sens qu'ils y affectent. Elles correspondent à des opérations ayant un début et une fin quelles que soient leur durée et leur inscription dans le projet, qui mobilisent les élèves » (p. 108).

Nous présentons ces trois parties dans l'ordre indiqué ci-haut.

1) En classe de ST, divers objets d'apprentissage peuvent être visés et traités par l'enseignant. Ceux-ci peuvent être des contenus de différentes natures : des savoirs disciplinaires ou d'autres objets qui ne relèvent pas spécifiquement de l'enseignement des ST. Nous désignons ceux-ci par *autres apprentissages*. Nous cherchons en effet à dégager de cette étude la place des savoirs disciplinaires parmi tous les apprentissages potentiels qui peuvent être envisagés dans le cadre d'un projet ainsi que les types de savoirs privilégiés. Nous voulons également dégager jusqu'à quel point les conditions d'appropriation des savoirs disciplinaires sont considérées par l'enseignant dans le contexte du projet.

2) Le recours à l'EPP implique la prise en considération des fondements de cette approche d'enseignement ainsi que ses caractéristiques :

- La situation de départ ou le déclencheur initiateur du projet renvoie au choix que l'enseignant peut faire pour commencer le projet avec les élèves. Il peut être une mise en situation, comme il peut prendre une autre forme. Cette caractéristique se veut englobante pour tenir compte des cas où les enseignants introduisent un projet sans recourir à des mises en situation. De plus, elle n'est pas forcément liée directement à des objets disciplinaires. Cela se justifie par le fait qu'au stade de

l'introduction du projet, l'enseignant peut choisir de ne pas se référer à des savoirs disciplinaires.

- Le problème ou la question de départ et/ou le produit final.

Comme les écrits scientifiques le montrent, en particulier ceux portant sur le modèle du *project-based science*, un projet scientifique est souvent structuré par un problème ou une question de recherche qui intrigue les scientifiques. Dans ce cas, les tâches du projet sont organisées autour d'une question<sup>45</sup>, celle-ci étant le fil directeur du projet (*driving question*). Dans d'autres cas, c'est le produit final<sup>46</sup> qui structure les activités, d'où le choix de mettre les deux possibilités au même niveau. Sur cette caractéristique, les écrits sont unanimes quant à l'importance de la situation-problème de départ proposée à l'élève. En plus des caractéristiques déjà citées (l'authenticité, l'ouverture, l'accessibilité, etc.), soulignons l'importance de la distinction entre un problème quotidien et un problème de nature scientifique et rappelons avec Fabre (2009) que Dewey (1925) avait bien pris le soin « de distinguer plusieurs phases ou plusieurs dimensions du problème : la position, la construction et la résolution » (p. 19). Rappelons également l'idée qu'un problème scientifique repose nécessairement sur des savoirs scientifiques (Hasni et Samson, 2007; Orange, 2007).

Lorsque le projet débouche sur une production finale, pour plusieurs auteurs, celle-ci doit être utile socialement (aux yeux des élèves) et peut prendre différentes formes. Elle peut être destinée à des usagers à l'extérieur de la classe ou à la classe elle-même. Elle peut être concrète (confectionner un menu pour des athlètes, produire un reportage sur les maladies sexuellement transmissibles, etc.) ou médiatique (montages de diapositives, affiches, etc.). Cette production, rappelons-le, a pour but de mettre l'élève dans l'état du « faire », ce qui l'amène à mobiliser ses représentations et à les confronter au réel avec ses contraintes (Hubert, 2005).

---

<sup>45</sup> Par exemple, pourquoi la rivière de notre quartier est polluée? (Rivet et Krajcick, 2004).

<sup>46</sup> Par exemple, concevoir et réaliser une fusée (Petrosino, 1998).

3) Nous considérons que durant le projet, l'élève est amené à effectuer différentes tâches en lien avec les apprentissages visés. Comme nous l'avons précisé plus haut, dans cette étude, nous nous centrons uniquement sur les tâches orientées vers l'apprentissage des savoirs disciplinaires. Plusieurs auteurs précisent les manières dont ces savoirs peuvent être convoqués. Pour Schneider *et al.* (2002), lorsqu'il s'agit de recourir à l'EPP en ST, les élèves doivent être amenés à réaliser des tâches dont l'aboutissement contient des indicateurs renseignant sur l'acquisition des connaissances poursuivies. Rappelons l'extrait de leur définition qui nous permet de mettre en évidence la distinction entre le produit final attendu à la fin du projet, et ce qu'ils appellent *artefact*<sup>47</sup> ou *product* :

*Project-based science is built around five features used to design activities that [...] b) result in students developing a series of artefacts, or products, that address the question or problem [...] Each of these features supports students in constructing understanding of important science concepts as they inquire into a real-life problem.* (Schneider et al., 2002, p. 411)

Nous retenons de cette définition, d'une part, le fait que plusieurs *artefacts* peuvent être produits au cours du déroulement du projet; d'autre part, ce sont ces artefacts qui médiatisent les connaissances des élèves : « *Artefacts are representatives of the students' problem solving solutions that reflect emergent states of knowledge* » (Singer *et al.*, 2003, p. 29). Pour leur part, Krajcik *et al.* (2007), qui s'inscrivent dans la même perspective, proposent *the learning performance* pour rendre explicite ce lien entre les savoirs du programme et les activités du projet. Pour ces auteurs, lors de la conception d'un projet, que ce soit par les manuels ou par les enseignants, parmi les conditions à respecter, non seulement il faut partir des savoirs visés pour déterminer les activités du projet et non l'inverse, mais il faut tenir compte aussi du fait que l'élève ne doit pas être capable de réussir ces activités sans ces savoirs.

---

47 Le sens de ce terme est différent de celui qui lui est attribué dans les travaux francophones (Rabardel, 1995; Vérillon, 1996).

Autrement dit, le lien de nécessité<sup>48</sup> entre le savoir visé et la tâche effectuée est important dans la perspective de ces auteurs. Ce lien décline le respect ou non d'une dimension épistémologique de l'idée de projet chez Dewey, à savoir l'utilité de la connaissance ou plus précisément les conditions de sa fonctionnalité. Fabre (2009) précise à cet égard que « la rationalité du projet est l'intelligence des moyens en vue des buts poursuivis » (Fabre, 2009; p. 62).

Appliquée à l'enseignement par projets, cette idée se traduit de la manière suivante : pour que le projet aboutisse à la construction de connaissances nouvelles, non seulement il faut que les connaissances antérieures de l'élève soient insuffisantes pour résoudre le ou les problèmes induits par le projet, il faut en plus que les connaissances à acquérir soient pertinentes et nécessaires pour le problème rencontré. Sur le plan didactique, cette condition n'est pas facile à mettre en œuvre, car elle implique que pour chaque savoir visé, 1) une analyse conceptuelle s'impose; et 2) il faut trouver le contexte qui rendra ce savoir nécessaire pour la réalisation des tâches proposées à l'élève. Pour illustrer nos propos, nous citons l'étude de Petrosino (1998). Cet auteur montre que dans le cadre d'un projet de fabrication d'une fusée, les élèves ont réussi à lancer des fusées sans avoir compris les principes mécaniques qui sous-tendent le projet. Reprenant le même projet, mais en changeant son orientation mettant cette fois l'accent sur la réponse à la question : Comment faire pour que notre fusée vole plus haut?, l'auteur a constaté une amélioration sur le plan des apprentissages scientifiques visés. Ce changement d'orientation a en effet rendu les phases d'expérimentation nécessaires.

Dans le cas de la présente étude, nous supposons que les tâches proposées aux élèves reflètent les choix didactiques de l'enseignant. Plus précisément, on peut se poser la question suivante : sachant que l'enseignant a choisi d'engager les élèves

---

48 Ces auteurs s'inscrivent pour la plupart dans une perspective cognitive. Leurs écrits s'appuient beaucoup sur les recherches sur la cognition située. Dans le cas de ce critère par exemple, ils le justifient par l'idée que pour construire une connaissance durable et qui peut mener à la compréhension, il faut d'abord passer par une étape déterminante, mais non suffisante, à savoir, la création de la demande de cette connaissance dans la mémoire (Krajcik *et al.*, 1999).



dans des activités pour la réalisation d'un produit final ou pour répondre à une question de recherche, jusqu'à quel point celles-ci nécessitent réellement la mobilisation ou la construction des savoirs scientifiques en jeu dans le projet? De plus, si ces tâches reflètent les aspects des contenus abordés tout au long du projet, elles présentent d'autres caractéristiques : leurs résultats sont communicables (par des traces écrites consignées dans le journal de bord du projet, dans le cahier de l'élève, par la présentation devant les élèves). Elles sont ainsi accessibles à un observateur externe par leur description et par les traces laissées.

Par ailleurs, au moment d'effectuer ces tâches, l'enseignant choisit une organisation du travail en classe. Selon les auteurs, l'EPP fait souvent appel à un travail collaboratif qui peut prendre différentes formes que nous séparons en deux catégories : une collaboration au sein de la classe entre les élèves et leur enseignant; et parfois une collaboration externe avec des acteurs de l'école ou de la communauté (par exemple des experts scientifiques, des professionnels de la santé (infirmier, opticien, etc.), ingénieurs, etc.).

#### 4. LES PRATIQUES D'ENSEIGNEMENT

Comme montré dans la problématique, nous abordons l'enseignement de savoirs en sciences et technologies dans le contexte de l'EPP à travers les pratiques d'enseignement. Dans cette section, nous présentons une définition visant la caractérisation des pratiques d'enseignement ainsi que l'entrée retenue dans leur analyse.

##### 4.1. Repères pour caractériser les pratiques d'enseignement

L'intérêt pour la compréhension de l'agir de l'enseignant s'inscrit dans un mouvement plus large en sciences humaines, à savoir comprendre l'agir humain dans le monde (Bronckart, 2001). En sciences de l'éducation, l'une des priorités contemporaines est de s'interroger sur ce que font les sujets :

Comment les formateurs [c'est-à-dire les enseignants] agissent-ils effectivement pour former? Quels sont les problèmes qu'ils rencontrent dans la gestion de leur activité, en fonction de leurs propres représentations des situations et eu égard aux programmes et

manuels, aux réactions des apprenants et à celle de l'entourage social, familial ou politique? Qu'est-ce que les formés [les élèves] apprennent réellement, et comment le font-ils? (Bronckart, 2001, p. 13)

Pour aborder ce que l'enseignant fait lorsqu'il enseigne, les auteurs recourent à une multitude de notions en provenance de différents champs. Les termes suivants en sont des exemples : pratique, travail, comportement, activité, méthode de conduite, etc.

Si les études se multiplient actuellement sur l'analyse des pratiques des enseignants, c'est parce qu'on reconnaît l'importance de l'action enseignante et l'existence d'un effet-maître (Bressoux, 2001; Lenoir et Vanhulle, 2006; Tupin, 2003). Cette reconnaissance a été acquise « car la recherche a, au moins partiellement, abandonné l'approche "processus-produit" classique qui postulait que l'enseignement consiste en une application directe de modèles théoriquement préconstruits et qu'il existait également un lien immédiat, direct et exclusif entre l'enseignement et les apprentissages » (Lenoir, Maubant, Hasni, Lebrun, Zaid, Habboub, et McConnell, 2007, p. 16).

Les écrits sur le concept de pratique en enseignement (Altet, 2001; Bru et Maurice, 2001) montrent d'abord que les auteurs distinguent la pratique d'enseignement de la pratique enseignante (Altet, 2001; Bru et Maurice, 2001 et Lenoir et Vanhulle, 2005). Pour Altet (2001) la pratique enseignante inclut « à la fois la pratique d'enseignement par rapport aux élèves, avec les élèves, mais aussi la pratique de travail collectif avec des collègues, la pratique d'échanges avec les parents, les pratiques de partenariat. Elle recouvre à la fois des actions, des réactions, des interactions, des transactions et ajustements pour s'adapter à la situation professionnelle » (Altet, 2001, p. 11). Ainsi, les pratiques enseignantes englobent les pratiques d'enseignement. Celles-ci ont pour finalités, selon Altet (2001), l'apprentissage des élèves et renvoient à cet ensemble d'activités qui s'organisent autour du temps de classe.

Plus spécifiquement, nous nous référons à la définition proposée par Lenoir *et al.* (2007), car celle-ci nous semble rendre compte des postulats théoriques qui sous-tendent le processus méthodologique qui a orienté le recueil des données utilisées dans le cadre de cette thèse. Lenoir *et al.* (2007) définissent les pratiques d'enseignement comme :

un ensemble d'activités gestuelles et de discours opératoires singuliers et complexes (constitués de nombreuses dimensions enchevêtrées) [...] en situation, ancrés dans l'immédiateté du quotidien [...] et qui s'actualisent temporellement au sein de trois phases : la phase préactive se caractérisant par l'intention initiale de l'action et la planification de l'activité, saisies avant l'action en tant que projet (des "motifs-en-vue-de"); la phase interactive, d'effectuation en classe où l'intention d'action s'actualise en tant que manifestée dans l'action elle-même (l'agir tel qu'observé), ce qui implique de dégager la configuration de l'activité, la structuration du cheminement réalisé (sa séquentialisation); la phase postactive, de rétroaction, celle de l'interprétation du plan, de l'acte posé et des intentions considérées *post hoc* se caractérisant par une légitimation qui conduit à l'expression d'une argumentation justificatrice (les "motifs-parce-que"). (p. 21-22)

Cette définition considère que l'agir enseignant est à la fois l'action déployée par l'enseignant en classe et les motifs qui le poussent à agir de telle ou telle manière. Elle suppose également une dimension temporelle en ce sens que l'action a un passé et un futur. En effet, cette action est, d'une part, intentionnelle, car elle a pour but d'accroître les connaissances des élèves par des moyens et des stratégies sélectionnés pour y parvenir. D'autre part, elle a une part d'anticipation, car le sujet imagine à l'avance le résultat de son action, c'est le *motifs-en-vue-de* qui est la fin pour laquelle l'action a été entreprise (Schutz, 1998). Ce motif, qui s'inscrit dans une projection dans le futur, renvoie aux intentions subjectives qui président à l'action du sujet. Celles-ci dépendent en effet de l'institution, des programmes, des contenus, des représentations et du ressenti de l'enseignant. Le *motif-parce-que* renvoie à l'interprétation légitimant l'action, au pourquoi de l'action. Notons toutefois que cette perspective ne présuppose pas que toutes les actions des enseignants sont rationalisées et prévues (Lenoir, 2009).

Dans cette perspective, les pratiques d'enseignement sont appréhendées à travers différentes dimensions : une dimension qui renvoie aux procédés de mise en œuvre observables de l'activité, à sa configuration et la structure de son déroulement; une dimension cognitive qui se reflète dans les choix et les prises de décision et une dimension contextuelle qui prend en compte le fait que toute pratique se déroule dans une situation donnée (Lenoir et Vanhulle, 2005).

Même si les dispositifs méthodologiques utilisés mobilisent en général l'observation directe de l'activité de l'enseignant et le discours sur celle-ci, les manières de s'en saisir dépendent des orientations et des visées des chercheurs (scientifiques ou formatives). Ainsi, certains auteurs comme Lenoir, Altet, Bru et Marcel privilégient une approche multidimensionnelle. Pour Lenoir *et al.* (2007), « un enseignant n'est pas seulement un didacticien, pas seulement un pédagogue, pas seulement un gestionnaire, mais tout cela à la fois [...] et bien davantage encore puisqu'il doit tenir compte du contexte dans ses différentes dimensions, sociales, culturelles, économiques, etc. » (p. 16). Par conséquent, les cadres méthodologiques prennent en compte toutes ces dimensions. D'autres auteurs adoptent des approches centrées sur des entrées spécifiques comme l'entrée didactique (Perrin-Glorian et Reuter, 2006; Robert, 2007; Rogalski, 2003; Sensevy et Mercier, 2007); l'entrée par des objets disciplinaires (Hasni, Bousadra et Roy (accepté); Schneuwly, Cordeiro et Dolz, 2005; Schneuwly, Dolz et Ronveaux, 2006; Tiberghien, Malkoun, Buty, Souassy et Mortimer, 2007 ).

Pour aborder nos objets de recherche, nous nous référons au cadre d'analyse utilisé par Hasni *et al.* (2009). En effet, outre le fait que ce cadre opérationnalise la définition des pratiques d'enseignement retenue (Lenoir *et al.*, 2007) qui a orienté le processus de recueil des données, il présente l'intérêt d'aborder les pratiques d'enseignement d'un point de vue didactique.

#### **4.2. Les pratiques d'enseignement d'un point de vue didactique**

Nous considérons les pratiques d'enseignement sous l'angle des savoirs en jeu. Comme le soutiennent plusieurs didacticiens (Sensevy, 2007, Tiberghien *et al.*,



2007), l'action de l'enseignant ne peut pas être traitée indépendamment des élèves puisque l'action didactique est forcément conjointe :

Ce qui me semble caractériser avant toute autre chose l'action didactique, [c'est] tout d'abord le fait qu'une action didactique est nécessairement conjointe. Le terme enseigner, d'une certaine manière, demande le terme apprendre; le terme apprendre demande le terme enseigner. Il existe certes des moments où quelqu'un enseigne sans que personne n'apprenne rien; on peut d'autre part clairement apprendre certaines choses sans être enseigné. Mais ce qui caractérise une institution didactique, c'est qu'on y enseigne à des censés apprendre. (Sensevy, 2007, p. 14)

Cependant, une fois ce postulat admis, nous distinguons, à l'instar de Tiberghien *et al.* (2007), les connaissances acquises par les élèves et le savoir enseigné, car « le cheminement de l'élève dans son apprentissage diffère du savoir enseigné non seulement du point de vue du contenu du savoir, mais aussi des rythmes respectifs de l'enseignement et de l'apprentissage » (Tiberghien *et al.*, 2007, p. 70). Nous supposons en effet que l'enseignant met en place un ensemble de conditions qui potentiellement permettront aux élèves l'acquisition des connaissances visées. Notre approche se situe donc plus près de l'enseignant que de l'élève (Tiberghien *et al.*, 2007).

Conséquemment, sur le plan opérationnel, nous considérons les pratiques d'enseignement sous l'angle des contenus à enseigner (le « quoi » enseigner) ainsi que les démarches d'enseignement (le « comment »), dans leur relation avec l'appropriation des savoirs disciplinaires (conceptuels et méthodologiques) (Hasni, 2005b; Lebrun et Hasni, 2006 et Lenoir *et al.*, 2007). La figure suivante représente schématiquement ces dimensions.

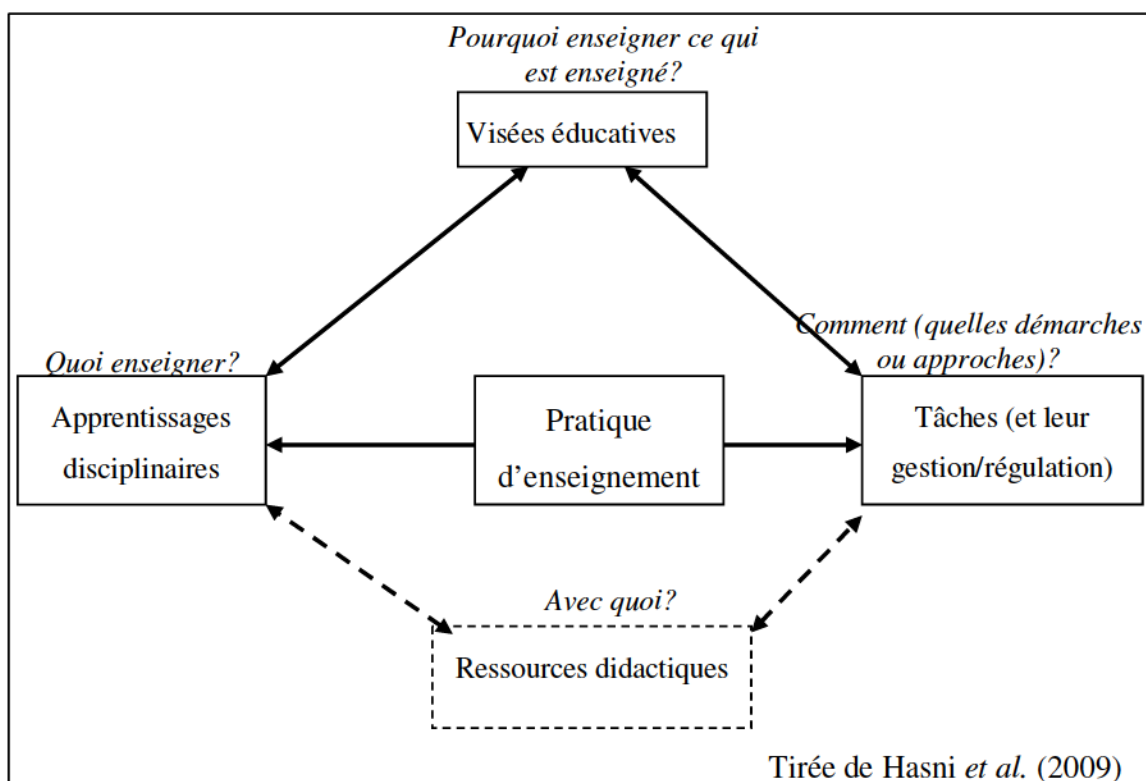


Figure 5-Principales dimensions didactiques considérées dans l'analyse des pratiques

Le « quoi » enseigner renvoie aux contenus que l'enseignant souhaite faire apprendre aux élèves dans le cours en question. Ces contenus peuvent être disciplinaires (concepts, habiletés, démarches, etc.) ou non disciplinaires (travail d'équipe, communication, etc.). Il s'agit en effet de situer le discours qui circule dans la classe sur ces savoirs par rapport aux savoirs scientifiquement admis. Nous considérons que la compréhension visée de ces savoirs se manifeste tout au long du cours à travers les énoncés formulés par l'enseignant ainsi que les tâches<sup>49</sup> qu'il propose aux élèves, d'une part, et le discours et les actions des élèves, d'autre part (Hasni *et al.*, 2005b; Hasni *et al.*, 2010).

<sup>49</sup> Dans ce cadre, les mots tâches et actions sont utilisés de manière générique et renvoient à ce que font (et disent) les élèves et l'enseignant en lien avec l'apprentissage.

Le « pourquoi » enseigner réfère aux finalités éducatives poursuivies à travers les contenus visés. Le « comment » enseigner vise les démarches d'enseignement ainsi que les approches pédagogiques, dans leur relation avec l'appropriation des savoirs disciplinaires. Le « avec quoi » enseigner est en lien avec les ressources didactiques (imprimées, numériques et autres) retenues et à leurs modalités d'utilisation par l'enseignant et les élèves en classe (Hasni *et al.*, 2009).

Ainsi, pour répondre à la question de recherche qui structure cette étude, nous proposons le postulat méthodologique suivant. L'appréhension de ces dimensions nous permettra de dégager la manière dont les enseignants rationalisent l'enseignement des savoirs disciplinaires dans le contexte du recours à l'enseignement par projets.

## 5. LES OBJECTIFS SPÉCIFIQUES DE LA RECHERCHE

Dans le chapitre de la problématique, nous avons mis en évidence la tension entre l'enseignement des savoirs disciplinaires et la multiréférentialité de l'enseignement par projets comme approche pédagogique qui peut être convoquée dans plusieurs disciplines. Rappelons que cette tension se manifeste autant dans la place du savoir disciplinaire parmi tous les apprentissages inhérents à cette approche que dans la diversité des manières de conjuguer enseignement des ST et EPP. Celle-ci se traduit dans les caractéristiques associées à cette combinaison et dans les modalités retenues par l'enseignant pour mettre l'élève en apprentissage du savoir visé, et ce, tout au long du projet.

Rappelons également que la construction du cadre conceptuel a conduit à un ensemble de caractéristiques combinant l'apport de plusieurs auteurs pour l'articulation de l'enseignement des ST et l'EPP d'un point de vue didactique. Nous pensons que la reconstitution des dimensions du cadre conceptuel permettra de rendre intelligibles certaines caractéristiques des pratiques d'enseignement des ST dans le contexte du recours à des projets. Or, si certains aspects de ces pratiques peuvent se dégager du discours explicite des enseignants, d'autres ne peuvent être qu'inférés, notamment en ce qui a trait à la place du savoir disciplinaire.

En somme, les objectifs spécifiques de cette étude s'énoncent comme suit :

1. Dégager la place des savoirs disciplinaires dans le contexte du recours à l'EPP.
2. Identifier les caractéristiques associées à l'EPP en sciences et technologies.
3. Dégager les liens entre les tâches d'apprentissage engendrées par le projet et les savoirs disciplinaires visés.



## **CHAPITRE TROISIÈME- LE CADRE MÉTHODOLOGIQUE**

Cette étude, qui vise à décrire les pratiques d'enseignement en sciences et technologies lors du recours à des projets en classe, est de nature exploratoire qualitative. Notre postulat méthodologique peut s'énoncer comme suit : le recours à plusieurs sources de données variées sur le même phénomène combiné à un cadre d'analyse relativement souple nous permettra de dégager la manière dont les enseignants abordent l'enseignement des savoirs disciplinaires dans le contexte de l'EPP. Nous prendrons ainsi en considération dans notre analyse, les pratiques observées en classe, mais aussi le discours des enseignants sur ces pratiques et sur les objets de la recherche (savoirs scientifiques et EPP) ainsi que le contexte organisationnel et institutionnel dans lesquels ils exercent (le programme, l'école, etc.).

Comme l'explique Van der Maren (1996), ce type de recherche a pour but de « générer des hypothèses, c'est-à-dire d'examiner un ensemble de données afin de découvrir quelles relations peuvent être observées, quelles structures peuvent y être construites » (p. 191). En effet, comme nous l'avons mis en évidence dans la problématique, l'analyse des écrits scientifiques montre que lorsque l'enseignement par projets est un objet de recherche, et non un simple contexte pour l'étude d'autres objets, c'est l'effet de ce type d'enseignement sur les apprentissages disciplinaires en ST qui a été le plus largement documenté dans des recherches de nature expérimentale. De plus, les projets mis à l'essai étaient élaborés par les chercheurs. Ce qui laisse une zone d'ombre quant à la manière dont les enseignants de ST traitent les savoirs disciplinaires dans ces projets dans leurs contextes réels de travail, c'est-à-dire lorsque la planification ou le déroulement des projets n'est pas contrôlé par les

chercheurs. Ainsi, notre objectif est d'approcher les pratiques en classe dites ordinaires<sup>50</sup>.

Par ailleurs, comme le notent Quivy et Campenhoudt (2006), si l'étape de l'observation implique la récolte et l'analyse de données concrètes, celles-ci ne sont pas pour autant « un matériau “brut” car il ne saurait être saisi indépendamment des outils utilisés à cette fin (concepts, méthodes et techniques) [...] Ni réalité brute, ni pure abstraction, un matériau de recherche “concret” est une information sur la réalité qui est produite par le dispositif de recherche » (p. 144). Dans le cas de la présente étude, il importe de souligner que du fait qu'elle s'inscrit dans un projet de recherche plus large portant sur l'analyse des pratiques d'enseignement en sciences et technologies dans différents contextes, dont l'EPP, le dispositif méthodologique de recueil des données ainsi que les postulats épistémologiques sont conséquemment liés à ceux du projet-mère. En d'autres termes, considérant que notre échantillon d'étude ainsi que les données traitées proviennent de la base de données de ce projet, il est important de prendre en considération, dans notre manière d'aborder ces données, le contexte dans lequel ces données ont été recueillies ainsi que les positionnements théoriques qui orientent ce recueil. À cet effet, nous exposons dans la prochaine section la structure générale de ce recueil. Suivra ensuite une présentation détaillée de chacune des étapes relatives au protocole de recherche spécifique à notre étude incluant la procédure de sélection de l'échantillon d'étude, la construction de la grille d'analyse et les techniques utilisées pour le traitement des données.

## 1. LE PROTOCOLE DE RECUEIL DES DONNÉES DANS LE PROJET GLOBAL

Cette recherche doctorale s'inscrit dans les travaux de recherche du CREAS. Plus spécifiquement, elle est une contribution qui se situe dans un projet de recherche plus large intitulé *Perfectionnement des compétences en enseignement des sciences*,

---

<sup>50</sup> Il est entendu que l'entrée directe ou indirecte d'un chercheur en classe introduit inévitablement une distorsion à la situation observée et, celle-ci n'est plus ordinaire. Mais nous supposons que l'effet de cette distorsion sur les données recueillies n'invalidé pas le processus méthodologique considérant la nature des objets de recherche appréhendés.

*technologies et mathématiques du personnel enseignant au premier cycle du secondaire* (Hasni et collaborateurs, 2005-2011)<sup>51</sup>. La thèse exploite une partie des données recueillies dans le cadre de ce projet.

Le projet de recherche global s'inscrit dans le contexte socioéducatif de la récente réforme. Les travaux menés portent spécifiquement sur la question de l'éducation scientifique et technologique à l'école, vue sous l'angle de ses contenus et de ses finalités. Cette question est appréhendée à travers différents objets de recherche qui reflètent ces orientations comme en témoignent les écrits scientifiques produits<sup>52</sup> dans le cadre de ces projets. Si les objets traités sont divers, ils se fondent sur un positionnement théorique qui s'inscrit dans la perspective d'une éducation scientifique et technologique pour tous. En ce sens, Hasni (2011) précise bien que

L'appropriation de la structure disciplinaire, qui met en relation les savoirs conceptuels (*substantive structure*) et les processus de leur élaboration (*syntactical structure*), ainsi que des dimensions sociologiques et épistémologiques sont au cœur d'une éducation scientifique scolaire pour tous et en constituent la visée principale. Les différentes approches (par compétences, par objectifs, par projets, interdisciplinaires, etc.), même si elles peuvent faire l'objet d'apprentissages scolaires, doivent être considérées comme des moyens permettant de favoriser la poursuite de cette visée. (p. 8)

Les cadres de référence sont donc sous-tendus par cette posture. Ainsi, Hasni (2005, 2011), rejoignant Fourez (1994, 2008), Schwab (1964) et d'autres, considère l'enseignement des ST et ses finalités sous trois dimensions interreliées :

---

51 Hasni, A. (chercheur principal). 2005-2011. Perfectionnement des compétences en enseignement des sciences, technologies et mathématiques du personnel enseignant au premier cycle du secondaire. Recherche financée par le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG) – Programme de Centres de recherche sur l'enseignement et l'apprentissage des sciences - CREAS (n° 319745-2005).

52 Citons à titre d'exemple : les changements des pratiques des enseignants amenés par cette réforme (Hasni et Bousadra, 2011), les enjeux du recours à : l'approche par compétences (Hasni, 2011a; Hasni et Bousadra, 2011; Hasni et Samson, 2008; Hasni, Lenoir et Lebeaume, 2006), l'interdisciplinarité (Hasni, Bousadra et Poulin, 2012; Hasni, Lenoir, Larose, Samson, Bousadra et Dos Santos, 2008; Hasni, 2006), l'approche par projets (Bousadra et Hasni, 2012; Hasni, Bousadra et Marcos, 2011), etc.

1) La première est « la structure disciplinaire » qui englobe les objets disciplinaires qui caractérisent ces champs et leur mode de production :

Il s'agit avec cette dimension de rappeler la nécessité pour l'école de considérer, dans leur interrelation, la compréhension conceptuelle et le processus scientifique à l'origine de leur élaboration. L'acquisition et la mobilisation de connaissances ou de savoirs conceptuels (symboles, faits, notions, concepts, modèles, etc.) ainsi que des savoirs méthodologiques (habiletés ou savoirs-faire) et des attitudes scientifiques sont au cœur de cette dimension (Hasni, 2011, p. 4).

2) La deuxième renvoie au lien entre ces savoirs et la vie hors de l'école. Ce lien bidirectionnel se décline à la fois à travers la contextualisation des savoirs par le biais de situations et de sujets qui intéressent les élèves et par la prise en considération de problématiques sociales comme l'environnement, la consommation, la santé, etc. Il s'agit d'amener les élèves à apprendre à mobiliser leurs connaissances dans leurs prises de position individuelle ou collective et dans le développement de leur autonomie dans la construction de leur rapport aux valeurs. Cette dimension s'inscrit dans la vision d'une science citoyenne.

3) La troisième est liée à la dimension épistémologique ou les savoirs sur les savoirs scientifiques. Il s'agit d'amener les élèves à se questionner sur la nature des savoirs scientifiques et technologiques, sur les relations qu'entretiennent les sciences et les technologies et sur leurs processus respectifs de production, sur la relation entre les savoirs et la réalité ainsi que sur l'évolution historique des savoirs et de la pensée scientifique.

Si l'enseignement des sciences et technologies est l'objet principal de notre étude, l'angle d'approche que nous avons adopté pour l'appréhender est également porteur de choix théoriques. Comme le souligne Van Der Maren (1996), « le choix d'un instrument n'est jamais indépendant d'une orientation théorique explicite ou implicite [...] Aussi le chercheur doit toujours être attentif au fait que le choix d'un instrument implique l'adhésion à une conception ou à une théorie de l'objet auquel l'instrument sera appliqué » (p. 429-430). Conformément à ce principe, nous allons



expliciter quelques considérations qui sous-tendent l'analyse des pratiques d'enseignement que nous avons déjà évoquée dans le chapitre du cadre conceptuel.

Lorsqu'il s'agit d'aborder les pratiques d'enseignement, l'analyse doit tenir compte d'au moins trois dimensions principales (Hasni *et al.*, 2012; Lenoir *et al.*, 2009; Lenoir *et al.*, 2007) :

A) Les enseignants en tant que professionnels qui donnent lieu à ces pratiques (avec leurs caractéristiques, leurs croyances et leurs conceptions). La prise en considération de cette dimension se concrétise tant au niveau du processus de recueil des données que des procédures d'analyse. Ainsi, en plus des entrevues pré et post enregistrement, un ensemble de données factuelles caractérisant l'enseignant (son expérience professionnelle, sa formation initiale, etc.) sont également considérées. De plus, comme le montre [le guide d'entrevue pré enregistrement](#) (annexe 4), sont pris en considération autant les intentions et les choix des enseignants que leurs conceptions en lien avec certaines dimensions qui seront appréhendées à travers l'observation enregistrée.

B) Le contexte institutionnel général dont le programme et le discours officiel du ministère, surtout si on considère que ce programme se caractérise par une restructuration profonde autant sur le plan des contenus d'enseignement que des approches pédagogiques préconisées. De plus, nous considérons également que dans ce contexte où les enseignants sont appelés à transformer leurs pratiques professionnelles et que le ministère encourage la formation continue des enseignants, d'autres discours, comme celui des commissions scolaires, des conseillers pédagogiques et des organismes mandatés par le ministère pour dispenser des formations aux enseignants, doivent également être pris en considération.

C) Le contexte spécifique à chaque enseignant (son école, les ressources mises à sa disposition, etc.). Par exemple, dans les écoles où l'organisation scolaire prévoit des horaires qui permettent aux enseignants de ST et de mathématiques de collaborer, les enseignants pourraient mettre en œuvre des projets impliquant ces deux matières.

Pareillement, lorsque les enseignants ont la possibilité de collaborer avec des acteurs scolaires (techniciens, enseignants d'autres matières, etc.) ou non scolaires (chercheurs, géologues, ingénieurs, etc.), cela peut avoir un impact sur l'ampleur des projets mis en œuvre.

C'est donc l'articulation de deux cadres théoriques, celui de l'éducation scientifique et technologique et celui des pratiques d'enseignement, qui orientent tant le processus méthodologique global de recueil des données que les cadres d'analyse. Différents types de recueil de données sont utilisés dans ce projet. Nous présentons celui qui a servi pour les données utilisées dans la présente étude.

### 1.1. La procédure de recueil de données

Comme nous l'avons présenté dans le chapitre précédent, dans ce projet les pratiques d'enseignement incluent les phases préactive, interactive et postactive. Les enregistrements vidéo en classe sont ainsi précédés et suivis d'entrevues avec les enseignants : entrevues *pré* et entrevues *post*. La figure 6 illustre le processus de recueil des données

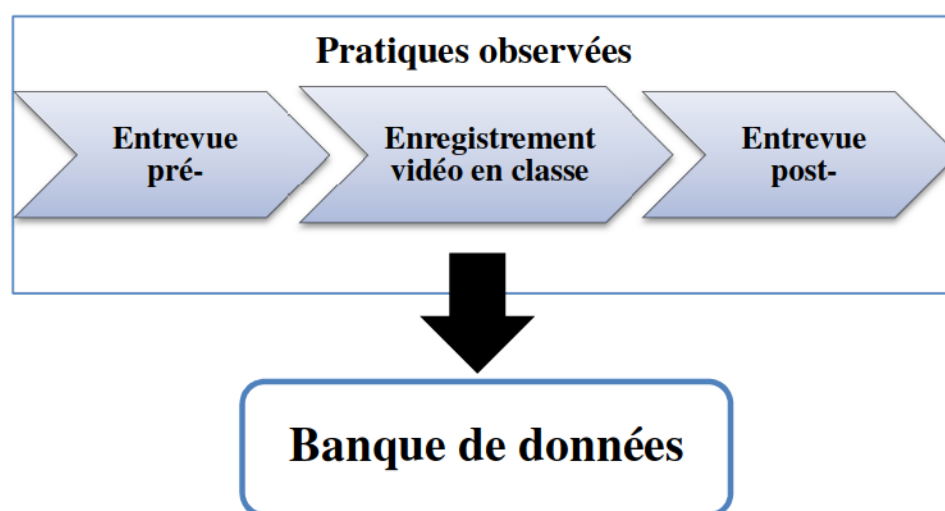


Figure 6- Données considérées dans l'analyse des pratiques

Comme le soulignent Hasni *et al.* (accepté), réaliser ces entrevues repose sur le choix méthodologique suivant : prendre en considération, lors de l'analyse des pratiques, autant le point de vue de l'observateur externe – le chercheur, en

s'appuyant sur les enregistrements en classe – que le sens que les enseignants accordent à leur action. Cela ne suppose pas que toutes les actions des enseignants sont rationalisées et prévues à l'avance. Toutefois, « comme professionnels, ils anticipent à des degrés variables leurs interventions, notamment sur les plans des visées éducatives, des contenus à faire apprendre, du déroulement du cours et des ressources matérielles à utiliser (incluant les ressources didactiques). Il est par conséquent important d'analyser les pratiques observées (les enregistrements), tout en tenant compte de ce rationnel » (*Ibid.*).

D'autres conditions sont également respectées lors du recueil des données :

- 1) Pour accéder à un maximum d'informations concernant les contenus et le déroulement des séances enregistrées, les entrevues sont menées le plus proche possible du moment de l'enregistrement en classe : juste avant le cours si l'enseignant est disponible; sinon, quelques heures à l'avance ou la veille. Si le nombre de périodes à enregistrer est supérieur à deux et est, par conséquent, étendu dans le temps, l'enseignant est invité à réaliser plus d'une entrevue *pré* pour que chacune ne porte que sur des périodes d'enseignement rapprochées dans le temps.
- 2) Afin d'éviter l'éventualité que l'enseignant tienne un discours général sur ce que pourrait être le cours ou ce que proposent les programmes, les questions posées aux enseignants sont orientées vers les actions concrètes prévues et sur leur justification toujours relativement aux apprentissages des élèves.
- 3) Pour se rapprocher davantage des pratiques dites ordinaires des enseignants, la planification de l'enseignement (contenu, déroulement, etc.) est entièrement sous la responsabilité des enseignants. Cette planification doit s'inscrire dans le déroulement normal de leur programmation annuelle. Les chercheurs ne fournissent pas de planifications aux enseignants et ne leur demandent pas de réorganiser leur planification annuelle afin de répondre à d'éventuelles attentes du projet de recherche. Cependant, et de manière à compléter les données, il leur est demandé à la fin de l'entrevue s'ils disposent d'une planification écrite de leur séquence

d'enseignement et, le cas échéant, s'ils acceptent de la fournir. Il leur est également demandé s'ils acceptent de remettre des traces d'élèves (productions écrites associées à différents moments des périodes enregistrées). En outre, afin d'éviter d'influencer les enseignants dans leurs planifications et de tenir compte du fait que certains d'entre eux ne recourent pas systématiquement à la rédaction de leurs planifications, le chercheur ne formule ses demandes qu'après le déroulement du cours et précise aux enseignants qu'il ne désire recueillir la planification que si celle-ci est déjà disponible.

4) Les choix de respecter la liberté des enseignants dans leurs planifications et leur programmation implique que non seulement les questions composant le questionnaire de l'entrevue *pré* ne dépendent pas de contenus disciplinaires ou de démarches ou approches particuliers, mais également que ceux-ci ne sont pas connus par les chercheurs à l'avance.

## **1.2. Les instruments de recueil des données**

L'instrument de recueil de données par entrevues décline les dimensions opérationnalisant le cadre conceptuel retenu pour aborder les pratiques d'enseignement et l'éducation scientifique et technologique (voir figure 5 présentée dans le chapitre précédent). [Le guide d'entrevue](#) intégral est présenté à l'annexe 4. Rappelons brièvement les grandes sections du guide :

### **1) Les contenus visés (*le quoi enseigner*)**

Dans cette section, plusieurs questions sont posées à l'enseignant afin de l'amener à préciser les contenus visés par la séquence enregistrée de manière globale dans un premier temps. Dans un deuxième temps, il est invité à spécifier les aspects des apprentissages qu'il vise particulièrement à faire acquérir chez l'élève dans les contenus énoncés ainsi que les connaissances antérieures qui seront mobilisées. Il est également questionné sur les difficultés éventuelles au regard des contenus visés, et ce, tant pour l'élève que pour lui.



- 2) Les démarches d'enseignement mobilisées et le rationnel de leur choix (le *comment enseigner ce qui sera enseigné et le pourquoi*)

Les questions de cette section visent différents aspects des démarches d'enseignement-apprentissages auxquelles l'enseignant a eu recours dans la séquence enregistrée. Elles incluent le recours à des démarches spécifiques aux ST (comme les démarches à caractère scientifique) ou à des approches pédagogiques (comme l'EPP, l'enseignement par problèmes et l'interdisciplinarité, etc.). Cette section vise aussi à recueillir des informations sur les tâches qui seront prises en charge par l'enseignant et celles qui seront effectuées par les élèves. Dans cette section, l'enseignant est questionné sur les raisons de ses choix au regard des approches pédagogiques et des tâches retenues relativement aux apprentissages visés.

- 3) Les ressources utilisées pour la planification et lors de l'enseignement en classe (le *avec quoi*)

Dans cette section, les questions sont orientées vers les ressources didactiques utilisées : leur nature, le rationnel de leur choix, les modalités de leur utilisation, leurs apports et leurs limites...

Outre l'entrevue *pré-enregistrement*, une autre entrevue, l'entrevue-post, suit immédiatement la séquence (ou la période) enregistrée. Cette entrevue vise à recevoir une rétroaction sur le cours enregistré. Celle-ci porte sur des événements marquants ou inattendus que l'enseignant pourrait avoir vécus, sur l'éventualité d'un changement que l'enseignant aurait pu apporter aux contenus ou au déroulement par rapport à ce qu'il a prévu, sur les difficultés rencontrées et sur le matériel didactique utilisé (*Ibid.*). [Le guide de cette entrevue](#) se retrouve à l'annexe 5

## 2. LE PROTOCOLE DE RECHERCHE SPÉCIFIQUE À NOTRE ÉTUDE

Dans le projet de Hasni et ses collaborateurs, l'échantillon est de convenance basé sur le volontariat. Le recueil des données décrites se faisait annuellement à partir de 2006. Une banque de données s'est ainsi constituée au fil des années. Comme nous

venons de le montrer, elle est composée d'enregistrements vidéo avec les entrevues *pré* et *post* qui les accompagnent.

Au moment de l'identification des enseignants à considérer notre étude, les données disponibles étaient celles recueillies entre 2006 et 2010.

### **2.1. La procédure d'identification des sujets participants**

Considérant que les données recueillies au cours des premières années du projet global correspondaient au début de l'implantation du PFEQ dans les écoles secondaires, nous avons choisi d'utiliser parmi celles-ci les plus récentes, celles obtenues une fois cette implantation terminée. Les données retenues pour notre étude doctorale sont ainsi celles obtenues entre 2008 et 2010.

La sélection des sujets a été effectuée en deux temps. Nous avons procédé, dans un premier temps, par une recherche systématique du mot clé projet dans les transcriptions de chaque entrevue pré-enregistrement de la banque des données (environ 200 entrevues entre 2008 et 2010). Après lecture des extraits dans lesquels apparaît le mot projet, nous avons éliminé ceux ne renvoyant pas à notre objet d'étude (par exemple, l'enseignant peut parler d'un projet dans sa commission scolaire ou son école, etc.). Cette première exploration nous a permis d'identifier 56 enseignantes et enseignants de ST désignant leurs séquences d'enseignement comme faisant appel à des projets. Or, nous avons constaté que si ces répondants réfèrent à leurs situations par le terme projet, ils ne disent pas tous recourir à l'enseignement par projets lorsqu'on les questionne sur l'approche pédagogique adoptée dans les cours enregistrés. En effet, à la question : *est-ce que le déroulement des cours fait appel à une approche pédagogique quelconque?* les réponses de ces enseignants sont diverses. C'est pourquoi nous avons décidé de ne retenir que les données des enseignants qui disent explicitement, en réponse à cette question, qu'ils recourent à l'EPP.

Par ailleurs, considérant nos objectifs de recherche, nous devions, dans la mesure du possible, disposer de l'ensemble des séquences couvrant les projets ou du

moins d'un maximum des séances de la séquence d'enseignement considérée de manière à couvrir le déroulement de l'ensemble du projet.

Notons par ailleurs que les projets enregistrés couvrent des périodes qui peuvent s'étaler sur des durées allant de trois à huit semaines, avec souvent plus de deux entrevues pré et post. Chaque entrevue pré peut durer de 20 à 45 minutes et chaque entrevue post de 7 à 15 minutes. De plus, pour chaque projet, les enseignants ont remis des planifications écrites allant de quelques pages à une trentaine de pages. La consistance et l'ampleur du matériel à analyser nous ont ainsi contrainte à réduire le nombre de projets analysés. Nous avons ainsi retenu six projets à l'étude, ce qui est une limite de cette étude.

Cependant, comme le soulignent Quivy et Campenhoudt (2006), cette limite n'invalide pas la scientificité de la recherche. En effet, ces auteurs soutiennent que le critère de la représentativité en sciences humaines n'est pas toujours possible<sup>53</sup> et précisent qu'il « ne faut pas confondre scientificité et représentativité » (Quivy et Campenhoudt, 2006, p. 150). Ils expliquent que dépendamment des objets d'études, trois possibilités s'offrent au chercheur en sciences humaines : 1) soit étudier la totalité de la population; 2) soit étudier un échantillon représentatif de la population; 3) soit étudier des composantes non strictement représentatives, mais caractéristiques de la population (*Ibid.*). Dans le cas de notre recherche, c'est la troisième option qui s'applique. Notre échantillonnage est donc non probabiliste au sens statistique (Fortin, 1996). Il s'inscrit plutôt dans la catégorie de l'échantillon accidentel en ce sens que le chercheur forme son échantillon par des sujets « facilement accessibles et présents à un endroit déterminé, à un moment précis » (Fortin, 1996, p. 206). Notons que cette technique limite la généralisation des résultats, ce qui est cohérent avec le type de notre étude laquelle est de nature exploratoire et ne vise pas à vérifier des hypothèses. Fortin (1996) note en ce sens que si le but de l'étude est « d'explorer et

---

53 Ces auteurs rappellent qu'un critère très important dans la pratique de la recherche « n'est autre que la marge de manœuvre du chercheur : les délais et les ressources dont il dispose, les contacts et les informations sur lesquels il peut raisonnablement compter » (p. 147).

de décrire des phénomènes, la taille de l'échantillon sera réduite » (Morse, 1991, dans Fortin, 1996, p. 209). En conformité avec le principe de cette option d'échantillonnage, à savoir que « le critère de sélection des personnes est généralement la diversité maximale des profils en regard du problème étudié » (*Ibid.*), nous avons retenu des projets mis en œuvre dans des classes variées par des enseignants dont les profils le sont également.

## 2.2. Les données retenues pour l'analyse et les corpus ciblés

Une situation d'enseignement-apprentissages (un projet dans ce cas) est généralement composée de plusieurs séances de cours espacées dans le temps (appelées périodes au Québec) qui durent entre 60 à 75 minutes chacune. Le tableau 1 présente les durées des projets retenus en périodes enregistrées telles que précisées par les enseignants. Chaque case représente une période.

Tableau 1-  
Données sur enregistrements vidéo utilisées

Projets	Nombre de périodes				
P1 (3)					
P2 (4)					
P3 (4)					
P4 (5)					
P5 (4)					
P6 (4)					

Comme on peut le noter, dans le cas de P3 et P5, deux périodes n'ont pas été enregistrées (cases en gris). Rappelons que lors du recueil des données, bien que le chercheur principal ait exprimé aux participants son souhait d'enregistrer entièrement les projets, c'est le respect des contraintes et de la volonté des sujets qui a primé. L'extrait suivant de l'entrevue de S3 illustre le besoin de cet enseignant :

Alors il y a 2 périodes que vous enregistrez, la première et la quatrième. Entre les 2, ils (les élèves) travaillent en équipes sur le projet, mais que vous ne venez pas filmer parce que ça va être du pareil au même [...]



Pendant la période 2 et 3, ils avancent le projet, ils préparent leur présentation, ils font leur affiche ou ce qu'ils veulent finalement parce qu'ils sont libres de choisir la façon dont ils vont présenter leur animal. Puis, 4<sup>e</sup> période, ils présentent. (S3 en entrevue-pré de la première période du projet)

Pareillement, S5 n'a pas enregistré les deux périodes durant lesquelles les élèves travaillent en équipe sur leurs projets. Notons toutefois que le manque de ces périodes n'a pas affecté nos analyses, car le discours de ces deux enseignants décrivant le déroulement détaillé de chaque période nous a permis de reconstituer le projet complet (les entrevues pré portent sur l'ensemble des périodes qui composent la séquence). De plus, la structure du dispositif méthodologique de recueil de données amène inévitablement l'enseignant à revenir sur les périodes déjà enregistrées. Nous référons ici à la question suivante du guide d'entrevue :

*Vous venez de nous décrire de manière détaillée les N (nombre) de périodes qui seront enregistrées. Maintenant, pouvez-vous nous dire comment ces périodes s'inscrivent dans l'ensemble de la SAE, si celles-ci sont composées de plus de N périodes?*

Comme cette question est posée systématiquement deux fois ou plus dans un même projet (lors des entrevues pré), cela amène l'enseignant à revenir autant de fois sur la même SAE, ce qui contribue à la richesse des données en ajoutant d'autres éléments de validation. Notons enfin que les enseignants avaient, en plus des entrevues, fourni des planifications détaillées de l'ensemble du projet incluant les documents remis aux élèves et certaines copies de ceux-ci.

En tout, les données analysées se composent d'enregistrements vidéo d'une vingtaine d'heures ainsi que leurs transcriptions intégrales, les transcriptions de 13 entrevues pré-enregistrement et de 14 entrevues post-enregistrement ainsi que des documents écrits remis par les enseignants à la dernière période des projets. Ces documents sont : les planifications des projets, les documents remis aux élèves que les enseignants appellent le cahier de projet ou le carnet de projet. En tout, le corpus écrit est composé d'environ 1500 pages (police 12, Times New Roman). On retrouve

à l'annexe 6, [un portrait global des données utilisées](#) ainsi que le corpus ciblé pour répondre à chacun de nos objectifs de recherche.

### 3. LA PROCÉDURE DE TRAITEMENT ET D'ANALYSE DES DONNÉES

Les pratiques des enseignants sont l'objet central du dispositif d'analyse que nous utilisons pour répondre à nos objectifs de recherche. Les données considérées sont de deux ordres : celles associées aux pratiques déclarées, recueillies par les entrevues semi-dirigées, et celles associées aux pratiques observées, recueillies par les enregistrements vidéo des séquences d'enseignement en classe.

Afin de dégager le rationnel des enseignants à partir de ces données, l'analyse devait donc tenir compte de la diversité des supports de celles-ci. Même si cette analyse n'a pas été effectuée de manière linéaire en ce sens que nous avons fait des allers et retours et croisé continuellement les informations issues des différentes sources (entrevues, enregistrements vidéo, planifications, etc.), nous présentons de manière séquentielle les techniques de traitement utilisées pour chacune d'elles afin de faciliter la compréhension.

Sur le plan technique, nous avons utilisé des logiciels de traitement qui se prêtent à chaque type de corpus (*Nvivo* pour le corpus textuel et *StudioCode* pour les vidéos). Si l'utilisation des logiciels a favorisé l'analyse, elle introduit plusieurs défis. Au-delà des aspects techniques, c'est la transformation des données brutes en objets d'analyse permettant de dégager des liens et des inférences qui a été l'étape la plus studieuse. Afin de faciliter la compréhension des techniques et des adaptations opérées, nous allons présenter cette section en plusieurs parties, mais cela ne veut pas dire que celles-ci sont indépendantes. Pour ce faire, nous exposons la procédure de traitement et d'analyse du discours des enseignants issu des entrevues suivie de celle utilisée pour l'analyse des enregistrements vidéo. Une synthèse de la procédure globale viendra à la fin de la section.

### **3.1. La procédure d'analyse des entrevues : la construction de la grille d'analyse et les techniques utilisées**

#### *3.1.1. Les techniques de traitement des données textuelles : orientations considérées pour l'analyse de contenu*

Selon plusieurs auteurs, cette méthode d'analyse peut porter sur des contenus latents et des contenus manifestes en fonction des choix théoriques du chercheur en ce sens que celui-ci peut s'intéresser au « dit » ou au « non-dit » du discours (Quivy et Campenhoudt, 2006 et Van Der Maren, 1995). Dans le cas de la présente étude, nous recourons à une analyse du discours explicite qui considère les énoncés d'un discours « comme une manifestation portant des indices que l'analyse va faire parler » (Bardin, 2007, p. 130). Dans cette perspective, cette analyse vise à « condenser, résumer ou éclairer, systématiser le contenu de la pensée d'un ou plusieurs énonciateurs ». (Van Der Maren, 1995, p. 418)

Nous avons appliqué cette méthode en considérant les trois phases chronologiques suivantes : « 1) la pré analyse; 2) l'exploitation du matériel; 3) le traitement des résultats, l'inférence et l'interprétation » (Bardin, 2007, p. 125). La phase de pré analyse a pour objectif la systématisation du cadre d'analyse de départ pour arriver à un plan d'analyse précis. Cette phase commence généralement par la « lecture flottante » (*Ibid.*) qui consiste à se familiariser avec les données par différentes entrées. Sur cette base, nous avons fait plusieurs lectures, ce qui nous a permis de mettre à l'épreuve la grille préliminaire issue du cadre conceptuel et ajouter des catégories émergentes. Nous reviendrons sur cette grille plus loin.

À l'étape suivante, celle de la catégorisation, il s'agit de classer des éléments « constitutifs d'un ensemble par différenciation puis regroupement par genre (analogie) d'après des critères préalablement définis » (Bardin, 2007, p. 150). La catégorisation est le passage des données brutes en données organisées. Selon les auteurs, l'analyse de contenu repose sur la croyance que la catégorisation « n'introduit pas de biais (de surplus ou de rejet) dans le matériel, mais qu'elle met à jour des indices invisibles au niveau des données brutes » (Bardin, 2007, p. 152). Mais pour que cette catégorisation puisse produire ces indices de manière efficace,

elle doit respecter certains critères. Par exemple, celui de la pertinence qui renvoie à l'adéquation entre le matériel d'analyse choisi et le cadre conceptuel retenu, ce qui revient à dire qu'une catégorie est pertinente lorsqu'elle reflète un aspect des intentions ou des questions de recherche. Un autre critère est celui de l'objectivité et de la fidélité qui se rapporte à la clarté de la définition des catégories. Ce critère implique qu'une même grille catégorielle appliquée sur un même matériel par deux codeurs doit produire les mêmes résultats. Dans le cas de la présente étude, la vérification de ces critères s'est faite de deux manières : la validation intra-juge dans un premier temps, et ensuite une validation inter-juge avec un chercheur spécialiste en didactique des sciences.

Une fois la catégorisation stabilisée, l'étape du traitement systématique du matériel ou ce que les auteurs appellent le codage commence (Bardin, 2007; Landry, 1998 et Van Der Maren, 1995). Le codage est pour plusieurs auteurs « le processus par lequel les données brutes sont transformées systématiquement et agrégées dans des unités qui permettent une description précise des caractéristiques pertinentes du contenu » (Holsti, 1969, dans Bardin, 2007, p. 134). L'organisation du codage implique le choix du découpage du texte en unités d'analyse ou d'enregistrement. Au regard de nos objectifs de recherche, nous avons retenu l'analyse thématique, car nous cherchons à identifier de quoi parlent nos sujets à travers le repérage des idées directrices et des termes pivots (*Ibid.*). En effet, comme l'explique Bardin (2007), « faire une analyse thématique consiste à repérer des « noyaux de sens » qui composent la communication et dont la présence ou la fréquence d'apparition pourront signifier quelque chose pour l'objectif analytique choisi » (p. 137). Cette propriété de l'analyse thématique répond particulièrement à nos besoins d'identifier dans le discours des enseignants les caractéristiques qu'ils associent à l'enseignement des ST dans le contexte du recours à des projets en classe.

Par ailleurs, l'auteure mentionne que l'analyse thématique amène une règle de découpage qui n'est pas établie une fois pour toutes « puisque le découpage dépend du niveau d'analyse et non de manifestations formelles réglées » (*Ibid.*). Elle ajoute



que « l'unité d'enregistrement peut être de nature et de taille très variables [...] En fait, le critère de découpage en analyse de contenu est toujours d'ordre sémantique » (p. 135-136). Van der Maren (1995) abonde dans le même sens en expliquant que lorsqu'il s'agit de la détermination de cette unité d'analyse, la question de la finesse ou de la longueur tient surtout à l'adéquation entre l'outil d'analyse et le problème posé. Il ajoute que dans certains cas, l'analyse intégrale n'est pas pertinente. En effet, « tout ce qui est dit n'est pas intéressant à analyser : l'interlocuteur se répète, il fait des digressions, illustre trois fois son propos pour convaincre l'enquêteur... Il importe donc de sélectionner dans ce matériel abondant ce qui sera à analyser et de coder les passages retenus » (Van der Maren, 1995, p. 436).

En outre, lorsqu'il s'agit de traiter les données, le critère de la systématisation de la démarche d'observation nous impose de répondre aux questions : *observer quoi et comment?* Quivy et Campenhoudt (2006) soutiennent que s'il n'existe aucune technique permettant de répondre à ces questions de manière standardisée et que « chaque recherche est un cas d'espèce que le chercheur ne peut résoudre qu'en faisant appel à sa propre réflexion et à son bon sens » (p. 146), le moyen le plus fiable pour définir les données pertinentes au travail empirique consiste à élaborer un modèle d'analyse le plus explicite possible. Ce qui assure d'avoir des points de repère et des indicateurs (*Ibid.*). Pour sa part, Van Der Maren (1995) explique que le cadre conceptuel comporte déjà un postulat méthodologique et que par la liste des objectifs de recherche, on sait quelles sont les rubriques pour lesquelles nos données devraient fournir des informations.

Ainsi, lors de l'élaboration de la grille d'analyse, en plus des dimensions issues du cadre conceptuel, nous prenons en considération d'autres éléments contextuels ainsi que des catégories qui ont émergé du discours des enseignants. En conséquence, notre grille d'analyse est mixte « où une partie des catégories analytiques dérive d'une théorie alors qu'une autre partie émerge du matériel analysé » (Landry, 1998, p. 336). De plus, considérant la nature de nos données, particulièrement lorsque les enseignants décrivent leurs pratiques, l'unité de sens est

1) d'une longueur variable (un mot, une phrase ou un paragraphe qui renvoie à une même idée (catégorie); 2) est comptée une seule fois même si le sujet y réfère à différents endroits (certains sujets sont volubiles).

### *3.1.2. La construction de la grille d'analyse*

Lors de la phase de la pré-analyse et de la validation du système catégoriel, nous avons été confrontée à un obstacle lié à l'éclatement du discours des enseignants dans les réponses à certaines questions comme celle de la description détaillée du déroulement des périodes du projet. Rappelons que les enseignants avaient la liberté de choisir autant les contenus disciplinaires enseignés que la durée des séquences enregistrées qui couvrent ces contenus. Si cette liberté est centrale dans notre dispositif méthodologique (les pratiques d'enseignement en contexte réel), elle induit naturellement des corpus de longueurs et de contenus différents. Il faut toutefois noter que sur le plan méthodologique, la règle de l'homogénéité du corpus demeure valide étant donné que tous les enseignants ont répondu à des questions identiques sur des objets semblables. Pour chaque question, des catégories permettant de prendre en considération les réponses des enseignants en tenant compte de notre cadre conceptuel ont été élaborées et validées. Notons par ailleurs, que pour de nombreuses questions, la catégorisation a intégré aussi les attentes du PFEQ. C'est le cas par exemple, lorsque les enseignants rapportent dans leurs réponses les compétences disciplinaires, les compétences transversales ou les domaines généraux de formation, etc.

#### Les intentions d'apprentissage déclarées

Afin de cerner les intentions d'apprentissage poursuivies, ce sont les réponses aux questions suivantes qui ont été analysées dans un premier temps :

1. *Quels sont les contenus ou les savoirs disciplinaires que vous visez dans les périodes enregistrées?*
2. *Que souhaitez-vous que les élèves retiennent de ces contenus?*
3. *Est-ce qu'il y a des savoirs que vous avez déjà enseignés dans d'autres cours et que vous souhaitez que les élèves mobilisent dans le cours enregistré? Si oui, lesquels?*

Après l'exploration de ce corpus et le visionnement des enregistrements, nous avons remarqué que certaines intentions exprimées en classe n'ont pas été citées par certains enseignants dans

#### Le statut des contenus visés dans les projets

Les extraits ci-dessous permettent de montrer les indices utilisés pour l'analyse, en considérant la question : *est-ce qu'il y a des savoirs que vous avez déjà enseignés dans d'autres cours et que vous souhaitez que les élèves mobilisent dans le cours enregistré? Si oui, lesquels?* :

À partir des entrevues :

**On n'a pas encore parlé** du système solaire. Donc, **les élèves n'ont pas de connaissances pour l'instant sur cela**. Bien ils en ont probablement d'eux-mêmes là, mais moi je n'ai pas touché à cela. (S1 en entrevue)

**Ils (les élèves) n'ont jamais entendu parler** du cahier des charges. (S2 en entrevue)

C'est **la première fois que j'enseigne cette matière-là**. J'aimerais que l'élève puisse prendre conscience que les plaques tectoniques bougent, **tout ça, ça n'a jamais été vu** [...]. (S4 en entrevue)

**Ce sont des concepts qu'ils ont déjà vus**. On va travailler un petit peu avec la formule, ça va juste être une question d'application. On leur donne la formule  $F$  est égale à la masse fois l'accélération gravitationnelle. Donc, ils vont devoir jouer avec ça. (S5 en entrevue)

Les phrases en gras des extraits montrent que dans les projets de S1, S2 et S4, les notions reliées au système solaire, au cahier des charges et à la tectonique des plaques sont abordées pour la première fois.

La relation entre le poids et la masse d'un corps dans le cas de P5, les forces et leurs effets dans le cas de S4 sont des notions vues antérieurement et réutilisées dans leurs projets.

Par ailleurs, comme S2 n'a pas mentionné dans son discours en entrevue si les aspects visés de l'adaptation végétale ont été déjà vus ou non antérieurement au

projet, nous avons repéré des indices de son discours en classe relativement à ce contenu :

(35 : 37 de la première période du projet, l'enseignant (P) s'adressant à toute la classe)

P : Vous allez compléter, votre job, c'est de compléter ce tableau-là. Les types de dissémination, ça c'est des mots que j'ai écrits (il pointe un tableau projeté sur un écran). **Oui je sais, vous ne savez pas ce que ça veut dire, le but, c'est justement d'aller comprendre les facteurs de dissémination.** [...] Une fois que vous aurez complété le tableau, vous pourriez répondre aux deux questions en bas. Puis moi, cette feuille-là, je ramasse cette feuille-là à la fin du cours. (S2 en classe)

Ainsi, on peut noter que S2 aborde une dimension du concept d'adaptation végétale pour la première fois. En suivant cette procédure, nous avons pour chaque objet énoncé, dégagé son statut dans le projet. Trois cas sont ainsi possibles : 1) le savoir est vu antérieurement au projet (mobilisé); 2) le savoir est abordé pour la première fois dans le projet, 3) indéterminé à cause de la non-disponibilité d'indices permettant de vérifier.

Le tableau 2 présente l'ensemble des catégories composant la rubrique des intentions d'apprentissage déclarées.



Tableau 2  
Extraits illustrant les catégories de la rubrique des intentions d'apprentissage  
déclarées

<b>Les intentions d'apprentissage</b>	
<b>Contenus visés</b>	
<b>Catégories</b>	<b>Extraits illustratifs</b>
Savoirs conceptuels (concepts, modèles, lois etc.)  Ces savoirs incluent ceux reliés aux contenus de formation du programme	Je veux que les élèves puissent comprendre que la répartition des séismes et des volcans sont le même, puisque les plaques tectoniques, c'est surtout, finalement, à la rencontre de deux plaques tectoniques que les séismes et les volcans prennent naissance
Savoir-faire  Cette catégorie inclut les stratégies et les techniques suggérées dans le programme	[...] Ils vont devoir aussi appliquer le dessin technique, comment utiliser une échelle, puis la cotation et quelles sont les normes d'un bon dessin technique  Ils vont faire des graphiques, faire des diagrammes et des tableaux
Démarches scientifiques ou technologiques  Cette catégorie inclut les démarches indiquées dans le programme	Ensuite, des choses qu'on va voir aussi, c'est sûr, naturellement, toute la démarche scientifique pour un protocole en laboratoire puis tout ça, l'analyse des résultats, les conclusions
Compétences disciplinaires	Moi ce que je fais, c'est une situation d'évaluation de la C1 (première compétence disciplinaire).
Compétences transversales	Bien, on va travailler la transversale. C'est celle de se donner des méthodes de travail efficaces. Donc ce n'est pas des compétences disciplinaires
<b>Statut du contenu énoncé</b>	
Nouveau	J'aimerais que l'élève puisse prendre conscience que les plaques tectoniques bougent, tout ça, ça n'a jamais été vu
Mobilisé	Ce sont des concepts qu'ils ont déjà vus. [...] on va parler de la pression, puis que la pression, elle varie selon la force appliquée et selon l'aire de surface
Indéterminé	-
Aucun indice ne permet de renseigner sur le statut	

### Les caractéristiques de l'EPP dégagées du discours des enseignants

Cet axe vise à dégager les caractéristiques associées à l'enseignement par projets. Nous avons considéré deux sortes de discours des enseignants dans l'analyse :

1) les réponses des sujets aux questions suivantes :

*D'une manière générale, pour vous, qu'est-ce qui caractérise l'approche par projets?*

*Pourquoi vous avez choisi de recourir à cette approche pour l'enseignement des contenus visés?*

Lors de la phase de la pré-analyse, nous avons constaté qu'il arrive que certains sujets en répondant à la question sur leur manière de définir l'EPP, justifient également leur choix de recourir à cette approche, et ce, dans la même réponse. Afin d'avoir un maximum d'informations, nous avons regroupé les réponses des sujets aux deux questions.

Normalement, les réponses des sujets à ces questions pouvaient nous renseigner sur leurs conceptions de l'EPP de manière explicite. Toutefois, les réponses étaient peu élaborées pour la majorité des enseignants et variables d'un enseignant à l'autre. Nous avons quand même identifié les étiquettes utilisées par les sujets pour désigner les caractéristiques énoncées. Le discours des sujets sur leurs pratiques nous a ensuite permis d'approfondir l'analyse.

2) le discours des enseignants sur leurs pratiques qui provient de leur description du déroulement détaillé de chaque période ainsi que du déroulement du projet en général. Les données utilisées pour cette analyse sont les réponses des sujets aux questions suivantes :

*Pourriez-vous nous décrire le déroulement de chaque période, en précisant vos principales tâches et les tâches que les élèves auront à réaliser en lien avec les apprentissages visés?*

*Vous venez de nous décrire de manière détaillée les périodes qui seront enregistrées. Maintenant, pouvez-vous nous dire comment ces périodes s'inscrivent dans l'ensemble de la SAE? Pour répondre à cette question nous*

*vous demandons d'expliquer le lien entre les périodes que vous venez de décrire et les autres périodes qui composent la SAE.*

*Est-ce que vous faites appel à des démarches ou à des manières de faire qui sont propres aux sciences et technologies?*

*Si oui, lesquelles?*

Ainsi, dans un premier temps, nous avons procédé par repérage sommaire de tout propos renvoyant à une caractéristique de l'EPP dans l'ensemble du corpus. Ensuite, nous avons recherché d'autres éléments permettant de reconstituer de manière plus fine chacune des caractéristiques en recourant lorsque nécessaire aux autres données.

En combinant les deux sources de discours cités plus haut, nous disposons de deux catégories de caractéristiques. Alors que la première catégorie est dégagée du discours sur les caractéristiques de l'EPP de manière générale, la deuxième est issue du discours circonscrit au projet mis en œuvre. Pour les désigner, nous utilisons les expressions « caractéristique générale » et « caractéristique spécifique ». Toutefois, le choix de cette séparation en deux catégories qui seront quand même mises en correspondance ne sous-entend pas une visée comparative. En effet, dans cette étude, notre objectif n'est pas d'étudier l'écart entre les conceptions des sujets d'un objet et la manière dont cet objet se décline en pratiques<sup>54</sup>. Il s'agit pour nous de trouver des indices complémentaires qui nous permettent de distinguer ce qui relève des pratiques d'enseignement « génériques » de celles engendrées par le contexte spécifique du projet. Prenons les exemples de S6 et S4 pour illustrer nos propos.

Dans sa description du déroulement du projet, S6 explique :

Le premier cours, je vais leur remettre le document, puis je vais regarder avec *eux autres* **la présentation du problème** pour être sûr qu'ils comprennent ce que vont être leurs tâches dans les prochains cours. (S6 en entrevue)

---

<sup>54</sup> Les données n'ont pas été recueillies dans cette perspective.

À la réponse sur la question sur les caractéristiques de l'EPP de manière générale, S6 dit :

(Ce qui caractérise l'approche par projets) c'est de **présenter un problème** [...] puis tranquillement ils (les élèves) cheminent dans leur problème, puis ils finissent par le résoudre. (S6 en entrevue)

Pour cet enseignant, la présence d'un problème caractérise l'EPP.

Dans le cas de S4, en décrivant le déroulement du projet spécifique enseigné, il dit commencer par une mise en situation. Or, dans sa définition de l'EPP, il répond dans une première entrevue :

[...] L'approche par projet, c'est de les mettre **en situation réelle. Il y a un sujet** et on essaie de faire le tour de ce sujet. (S4)

Et dans une deuxième :

[...] L'approche par projet, c'est qu'il y a souvent **un sujet qu'on veut étudier**. De ce sujet, on structure un peu comme si on partait d'un os puis qu'on met la chair autour. (S4)

À la question sur les raisons qui l'ont poussé à choisir ce projet pour l'enseignement des savoirs visés (la tectonique des plaques), il répond que le séisme à Haïti était d'actualité, il voulait donc partir d'une mise en situation à laquelle les élèves seraient sensibles.

Le discours de cet enseignant montre que pour lui, c'est le lien entre le sujet étudié et la vie hors de l'école (l'actualité) qui caractérise l'EPP. Ce lien ne passe pas forcément par un problème (comme S6). La combinaison de ces éléments nous a permis d'expliquer le fait que la situation de départ de son projet n'a été qu'un déclencheur à portée psychologique (motivation) puisque celle-ci n'a été utilisée qu'au début du projet pour justifier l'étude des savoirs annoncés.

L'usage des données issues de la question sur les conceptions que les enseignants ont de l'EPP n'est donc pour nous qu'un moyen qui servira à compléter la caractérisation des pratiques d'enseignement par projets. Le fait que la même caractéristique se retrouve dans les deux types de discours lui donne un poids au



regard du pouvoir d'inférence qu'on peut lui accorder pour interpréter certains choix effectués par l'enseignant.

Par ailleurs, pour associer les réponses des enseignants aux catégories d'analyse retenues, nous n'avons pas tenu compte du nombre d'unités de sens qui renvoient à chacune de ces catégories. Autrement dit, c'est la présence ou l'absence d'une caractéristique dans le discours d'un sujet que nous recherchons et non le nombre de fois qu'il en parle. Ce choix se justifie par des considérations méthodologiques : notre but est de vérifier si les enseignants réfèrent ou non à une catégorie et non pas le nombre de fois ou la longueur du texte qui est associée à cette dernière. Ce poids n'aurait pas beaucoup de sens, puisque les enseignants ont produit des réponses textuelles de longueur variable.

Le tableau 3 présente la grille d'analyse utilisée pour la catégorisation des caractéristiques de l'EPP.

Tableau 3  
Grille d'analyse des caractéristiques de l'EPP

<b>Catégories et les extraits illustratifs</b>
<b>Le projet commence par une situation de départ qui présente une mise en contexte et/ou un problème ou un besoin</b> <i>C'est qu'on part d'une situation initiale avec un problème complexe [...]</i> <i>[...] avant tout, on a une question, un problème à résoudre, une question de départ [...]</i>
<b>Le projet implique le recours à des activités de recherche ou de résolution de problèmes</b> <i>[...] puis les élèves, au fur et à mesure vont être amenés à résoudre ce problème-là</i>
<b>Le projet est orienté par un fil directeur (un produit final, une question ou un problème de recherche, un thème du programme)</b> <i>Ok, ce qui caractérise l'approche par projets, bon bien premièrement il faut qu'il y ait une réalisation à la fin.</i> <i>[...] Puis, en faisant un problème général qui englobe plusieurs concepts que je veux leur faire voir, c'est souvent plus stimulant</i>
<b>Le projet s'étale sur plusieurs périodes</b> <i>[...] puis ils (les élèves) ont plusieurs périodes pour résoudre le problème</i>
<b>Le projet fait appel à des contenus du programme qui peuvent être vus antérieurement et/ou nouveaux</b> <i>[...] Et là, pour se fabriquer des raquettes, il faut qu'ils comprennent le phénomène de la pression</i> <i>[...] il va falloir qu'ils apprennent de nouvelles choses, puis qu'ils mettent aussi en branle des éléments qu'ils ont déjà vus</i>
<b>Le projet fait appel à des liens entre deux disciplines ou plus</b> <i>[...] c'est sûr qu'une participation très active des disciplines impliquées, que chacun apporte sa couleur au projet.</i>
<b>Le projet implique la collaboration entre enseignants et d'autres acteurs du personnel enseignant ou de la communauté en général</b> <i>[...] aussi ce qui caractérise cette approche, c'est un fort travail d'équipe (des enseignants)</i>
<b>Le projet implique une organisation du travail en classe en équipe</b> <i>[...] Et ensuite de cela, on va former les équipes, aménager la classe et le travail d'équipe va commencer</i>
<b>Le projet peut faire appel à des savoir-faire et des démarches propres aux ST</b> <i>[...] ils vont poursuivre ou commencer à dessiner leurs prototypes. [...] ils vont avoir le temps de commencer à fabriquer leurs prototypes</i> <i>[...] c'est qu'on veut faire ressortir les deux variables de la pression [...] ça va être plus de l'analyse des données</i>

### 3.2. La procédure de traitement des enregistrements vidéo : la grille d'analyse et les techniques utilisées

Pour les enregistrements vidéo, nous avons eu recours à une analyse vidéoscopique qui s'inspire largement de l'analyse thématique<sup>55</sup> qui met à profit différents outils et méthodes développés par des auteurs qui s'intéressent à l'analyse des pratiques d'enseignement sous l'angle des savoirs disciplinaires en jeu en travaillant sur des données filmées. Parmi ces outils, nous avons retenu l'analyse par thèmes de savoir (Tiberghien *et al.*, 2007; Tiberghien *et al.*, 2008; Tiberghien et Malkoun, 2010). Toutefois, considérant nos objets de recherche ainsi que les données empiriques utilisées, nous avons eu également recours à une technique du découpage d'une séance qui utilise le discours de l'enseignant comme élément de référence dans l'organisation temporelle de la séance (Hasni *et al.*, 2012). Nous avons déjà évoqué l'importance de la prise en compte sur le plan méthodologique du point de vue de l'enseignant dans le cadre du projet global dans lequel s'inscrit notre étude. Nous exposons à présent quelques postulats qui fondent l'analyse thématique de Tiberghien et ses collaborateurs et que nous avons adaptés dans le cadre de notre projet.

#### 3.2.1. *Quelques postulats théoriques de l'analyse thématique selon Tiberghien et ses collaborateurs*

Bien que Tiberghien *et al.* (2007) s'intéressent particulièrement à l'enseignement de concepts de la mécanique classique en physique (l'inertie, l'énergie, etc.), leurs cadres conceptuel et méthodologique peuvent s'appliquer à d'autres contenus scientifiques (Tiberghien, 2009). Ces cadres combinent des principes issus de la théorie de l'action conjointe (Sensevy, 2007) et des travaux sur la construction des connaissances scientifiques d'un point de vue psychologique et épistémologique (Bunge, 1973 et Tiberghien *et al.*, 2002, cités dans Tiberghien *et al.*, 2007).

---

<sup>55</sup> Bien que portant le même nom, cette technique se distingue de l'analyse thématique connue en analyse de contenu citée plus haut.

Ces auteurs mettent l'accent sur la différence entre les connaissances acquises par les élèves et le savoir enseigné, car « le cheminement de l'élève dans son apprentissage diffère du savoir enseigné non seulement du point de vue du contenu du savoir, mais aussi des rythmes respectifs de l'enseignement et de l'apprentissage » (Tiberghien *et al.*, 2007, p. 95 ). Notons que pour ces auteurs, le savoir est entendu dans un sens large, ce qui rejoint notre cadre conceptuel : « Le terme “savoir” dans cette perspective a une signification très large : il n'est pas limité au contenu, mais inclut les savoir-faire, compétences, etc. ainsi que le fonctionnement du savoir c'est-à-dire la façon dont le savoir est construit dans la classe et justifié » (*Ibid.*). De plus, ces auteurs distinguent entre le « savoir à enseigner » et le « savoir enseigné ». Le savoir à enseigner est celui constitué par les programmes officiels et les manuels scolaires. Le savoir enseigné est celui mis en jeu dans la classe :

C'est une construction conjointe, le professeur et les élèves contribuent à la spécificité de ce savoir. Ceci n'exclut pas que chaque individu construise une signification qui lui est propre, avec des points communs plus ou moins importants. Il faut noter que les connaissances acquises par chacun des élèves sont *a priori* différentes du savoir enseigné. (Tiberghien, 2007, p. 95).

Dans cette perspective, les auteurs postulent que le savoir construit dans la classe est en partie éphémère et que seules les traces écrites par les élèves ou l'enseignant sont pérennes. Ils recourent donc à des enregistrements vidéo qui permettent d'accéder aux productions orales et gestuelles de l'enseignant et des élèves en classe. « Il s'agit de reconstruire le contenu de ce savoir sans se limiter aux étiquettes désignant le contenu. Ces étiquettes renvoient aux énoncés des professeurs lorsqu'ils disent « aujourd'hui j'ai fait le principe d'inertie ». Pour que le savoir enseigné caractérise une classe il est nécessaire de l'explicitier » (*Ibid.*, p. 96).

Dans cette reconstruction, les chercheurs considèrent les pratiques de classe sous l'angle des savoirs de la discipline qui peuvent être le savoir à enseigner; le savoir savant (c'est-à-dire enseigné par exemple à l'université); le savoir de la communauté des scientifiques de la discipline (Tiberghien *et al.*, 2007).



La décomposition par thèmes de savoir est le moyen retenu pour opérationnaliser cette perspective. Selon ces auteurs, cette manière de faire permet une reconstruction qui reste « au plus près du contenu du savoir en jeu dans la classe » (*Ibid.*, p. 100). Cette analyse se fonde sur la notion de la chronogénèse proposée par Sensevy (2007) qui « recouvre le phénomène d'évolution dans le temps de la production du savoir dans la classe » (p. 6). Elle implique de déterminer une échelle temporelle en fonction du phénomène que le chercheur se propose de reconstruire. En ce sens, Tiberghien *et al.* (2007) proposent trois échelles : macroscopique, mésoscopique et microscopique, illustrées au tableau 4

Tableau 4  
Échelles de temps selon les systèmes et la granularité de l'analyse

Sous le contrôle de	Temps du système	Échelle de temps
Système éducatif (pays, région)	Temps scolaire Année académique : Programme officiel selon les niveaux	Macroscopique Année, Mois
Classe	Temps didactique Thème, Sous-thème, rythme d'introduction de nouveaux éléments de savoir	Mésoscopique Heure, minute
Classe, professeur ou élèves	Temps d'un énoncé, d'un geste Niveau fin de granularité de l'analyse	Microscopique Minute, seconde,

Tiré de Tiberghine *et al.* (2007)

Comme le montre le tableau 4, le temps peut se mesurer en plusieurs échelles qui peuvent aller de l'ordre de la seconde pour un niveau fin de granularité de l'analyse (niveau microscopique) jusqu'à l'année entière pour une progression d'un contenu d'enseignement déterminé par le programme. Entre ces deux échelles temporelles, on retrouve un niveau intermédiaire (mésoscopique) qui se situe à l'intérieur d'une séance (ou période). En considérant que « chaque système produit son temps propre » (Mercier, 2005 dans Tiberghien *et al.*, 2007), pour un système donné, certaines échelles de temps sont plus appropriées que d'autres. Par exemple, dans les recherches en didactique des sciences, les travaux sur l'évolution des

conceptions « se situent à l'échelle de l'année académique ou à celle de quelques séances, les productions sont analysées essentiellement à une échelle mésoscopique alors que les travaux sur l'évolution des élèves tout au long d'un enseignement se situent à l'échelle microscopique » (p. 102). En conséquence, l'échelle de temps choisie dépend non seulement du rythme avec lequel les idées des élèves évoluent, mais aussi du cadre théorique du chercheur (*Ibid.*).

Dans le cas de notre étude, considérant la contrainte méthodologique en lien avec la diversité des contenus abordés dans les projets d'une part, et la difficulté de l'exploitation des échanges entre les élèves lorsqu'ils travaillent en équipe, d'autre part, nous avons retenu seulement le niveau mésoscopique. Le niveau microscopique<sup>56</sup> qui permet d'analyser finement les savoirs conceptuels du point de vue du chercheur aurait pu servir, mais son application n'était pas possible pour l'ensemble des données considérant leur diversité, mais aussi leur quantité. Nous l'avons donc mis de côté et retenu l'unité plus générale qu'est le thème utilisé à un niveau mésoscopique.

### 3.2.2. *Les techniques utilisées dans le cadre d'une analyse par décomposition en thèmes de savoir*

L'analyse par thèmes de savoir (ou analyse thématique) propose de décomposer les séquences d'enseignement en unités appelées thèmes. L'intérêt de recourir à ce type d'analyse réside, selon les auteurs, dans la possibilité qu'il offre de suivre sur une séquence donnée comment chaque enseignant procède dans sa manière d'introduire les éléments de savoirs en classe. De plus, ce niveau de découpage permet également de repérer les rôles des enseignants et des élèves dans la prise en charge des éléments de savoirs en jeu. Les auteurs expliquent en ce sens,

*The theme plays two roles: decomposing the classroom discourse into units in a chronological order and investigating how elements*

---

56 Ce type d'analyse qui se situe à un niveau de granularité de l'ordre des secondes mobilise l'unité d'analyse appelée « facette de savoirs » utilisée par Tibeghien *et al.* (2007) à la suite de Ministrell (1992).

*of knowledge are introduced, by which actors, with what supports (experiment, text, etc.). This unit is particularly relevant to investigate the students' and teacher's responsibility for knowledge. development and display (topogenesis).* (Tibeghien et Malkoun, 2010, p. 7)

Identifier les moments de travail sur des thèmes revient donc à identifier des moments qui « ont une structure, avec des frontières et une cohérence thématique. La plupart du temps, elles incluent une introduction et une conclusion, la majorité des énoncés est reliée au même thème » (Tiberghien *et al.*, 2007, p. 107). Comme la cohérence thématique dépend de la structure du savoir en jeu, le thème comme unité temporelle est conséquemment de durée variable : « *from a few minutes to more than half an hour. Its delimitation depends on knowledge and communication* » (Tiberghien et Malkoun, 2010, p. 7).

Sur le plan technique, l'analyse thématique s'actualise dans un synopsis<sup>57</sup>. Le chercheur se situe en observateur extérieur en prenant le point de vue global de la classe et se situe ainsi plus proche de l'enseignant que de chaque élève (Tiberghien *et al.*, 2007). L'usage du synopsis vise d'une part, à réduire l'information et d'autre part, à repérer les événements qui se prêtent à une analyse plus fine selon le cadre d'analyse du chercheur. De plus, il permet de faire une description générale de l'objet enseigné à travers l'enchaînement des activités et une saisie de l'objet à travers les interventions observées des enseignants ainsi que les ressources utilisées dans l'ensemble des séquences.

Sur le plan de la forme, le synopsis se présente comme un tableau avec une première colonne donnant une échelle de temps découpé en intervalles de deux minutes et une colonne pour chacune des dimensions suivantes :

---

<sup>57</sup> Le synopsis est également utilisé en didactique du français. En effet, selon Schneuwly, Dolz et Ronveaux (2006), élaborer un synopsis d'une séquence d'enseignement consiste à « traiter et à concentrer les données recueillies dans la classe et puis transcrites de manière à saisir, d'une part, les caractéristiques de l'objet telles qu'il fonctionne dans la classe; d'autre part, les contraintes contextuelles et les dispositifs didactiques qui interviennent dans sa construction; enfin, l'ordre et la hiérarchie dans la présentation de l'objet enseigné, grâce à la vision holistique de la séquence de travail dans laquelle celui-ci s'inscrit et se déploie ». (p. 175).

1) L'organisation de la classe considérée comme une catégorie analytique qui permet d'aborder les différentes modalités de travail au sein de celle-ci. Pour aborder cette catégorie, les chercheurs du *Third International Mathematics and Science Study* (TIMSS) divisent l'organisation des classes de sciences en deux catégories principales : *whole class work* et *independent work*

*In whole-class work, all students are expected to pay attention to the same activity that is led by teacher, a student, a small group of student, or another source (e.g., videotape, assistant teacher). Independent activities involve student working on their own, either individually or in small groups.* (Roth et al., 2006, p. D-3)

Tiberghien *et al.* (2008) reprennent les modalités proposées par Roth *et al.* (2006) à savoir, classe entière (moment public) et travail privé (individuel ou en équipes). Ils considèrent en effet que lorsque la classe travaille en grand groupe, le discours est public et parce que l'attention de toute la classe est en principe dirigée vers une source (enseignant ou autre), chacun des acteurs (enseignant et élèves) peut l'écouter et y contribuer. Dans le cas du travail individuel ou en petit groupe, le discours de l'enseignant est privé et limité à chacun de ces groupes. De plus, le rythme du travail est propre à chacun. Ainsi, « ces productions privées peuvent jouer un rôle essentiel dans l'apprentissage des élèves du groupe, mais n'étant pas rendues publiques, elles ne peuvent pas être partagées » (Tiberghien *et al.*, 2008, p. 72).

2) Les actions de l'enseignant et des élèves qui renvoient à la description de ce que fait l'enseignant et/ou l'élève (lecture, écriture, formulation de questions/réponse à des questions, etc.). Comme on peut le remarquer, le niveau de granularité de l'analyse de cette catégorie est fin, car on se situe sur le plan des actions des acteurs;

3) Les ressources didactiques utilisées durant le cours (manuel, feuille distribuée, matériel expérimental, etc.);

4) Les phases didactiques qui sont des catégories préétablies et qui renvoient à des actions types de l'activité d'enseignement. Ces catégories sont issues de la théorie de l'action conjointe (Sensevy, 2007). Tiberghien *et al.* (2007) soutiennent que ces



catégories génériques permettent de contrer le problème de la diversité des formes de structuration des cours de sciences comme les exercices, les manipulations, etc. Ces auteurs distinguent généralement six phases didactiques présentées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 5  
Catégories des phases didactiques selon Tiberghien *et al.* (2007)

<b>1. Introduction</b>	De la séance (l'enseignant fait des liens avec la séance précédente, présente le plan de la séance, des consignes; l'organisation du travail, etc.)
	D'une activité (précise les tâches à faire, les lectures, les consignes, etc.)
	D'un exercice (précise les tâches à faire, les lectures, les consignes, etc.)
	De l'expérience (précise les tâches à faire, le matériel, les lectures, les consignes, les ressources, etc.)
<b>2. Développement</b>	Explication du cours; définitions des notions; lecture. Ces tâches sont effectuées par l'enseignant seul ou en échange avec les élèves
<b>3. Évaluation orale des connaissances</b>	L'enseignant procède explicitement à une évaluation orale des élèves
<b>4. Réalisation</b>	Réalisation (de l'activité ou de l'exercice travail des élèves seuls ou travail des élèves avec l'enseignant)
<b>5. Correction</b>	Correction (d'une activité, d'un exercice, etc.)
<b>6. Clôture</b>	Clôture de la séance (résumé de ce qui a été fait durant la séance, consignes sur ce qui doit être fait à la maison, introduction à ce qui va être fait la séance suivante, etc.)

Combinées à la catégorie organisation de la classe, les catégories des phases didactiques permettent, selon les auteurs, une quantification donnant une vue d'ensemble de la séquence.

5) Les thèmes du savoir couverts par la séance ainsi que la description des contenus de ces thèmes. Différentes règles sont à considérer lorsqu'il s'agit d'établir ces thèmes

*The title of a theme represents the theme content; its formulation should be as close as possible of the effective discourse. The words used in the title should be effectively involved in the classroom discourse.* (Tiberghien et Malkoun, 2010, p. 7)

À l'annexe 7, on retrouve un exemple qui illustre un synopsis extrait des travaux de Tiberghien *et al.* (2007) sur l'enseignement de la physique au niveau du lycée en France.

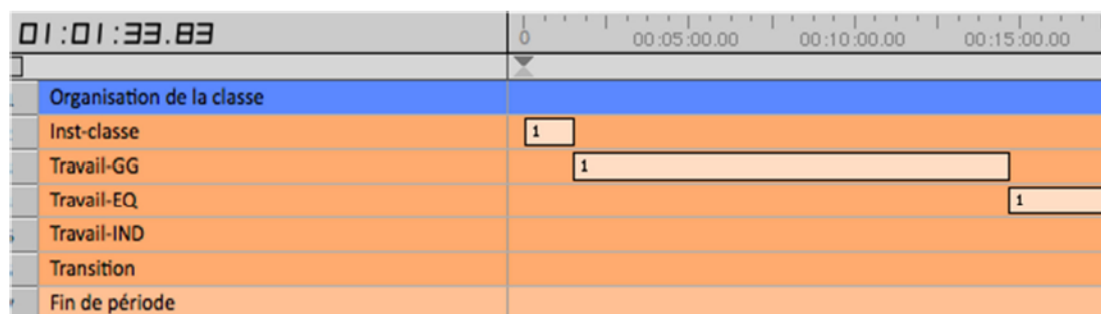
### 3.2.3. *Les techniques d'analyse retenues pour notre étude : une adaptation de l'analyse par décomposition en thèmes de savoirs combinée à l'utilisation du point de vue de l'enseignant dans la délimitation d'un thème*

Il est à noter que dans leurs travaux, Tiberghien *et al.* (2007, 2008, 2010) visent à comparer

La pratique de classes de même niveau et dont l'enseignement porte sur les mêmes contenus. Cette différenciation suppose de caractériser les potentialités respectives des classes de favoriser l'apprentissage d'une majorité d'élèves. La perspective est de mettre en relation ces caractéristiques avec les acquisitions des élèves du point de vue du savoir (au sens large incluant les savoir-faire et l'épistémologie). (Tiberghien *et al.*, 2007, p. 77)

C'est sur ce plan que notre étude se distingue de celles de ces auteurs. Si la décomposition thématique permet d'étudier plusieurs classes en les comparant sur la base des contenus des thèmes, leur chronologie et leur durée pour un même contenu disciplinaire, le contexte de notre étude ne nous permet pas cette comparaison. En effet, il s'agit pour nous de construire un cadre d'analyse commun à des séquences d'enseignement très variées à plusieurs égards : a) la durée des séquences; b) les contenus qui peuvent se situer autant du côté des savoirs conceptuels que des compétences méthodologiques et personnelles - ce qui implique que les tâches demandées aux élèves peuvent être centrées sur des savoirs conceptuels (ex. modéliser la relation entre la pression, la force et la surface) - comme elles peuvent être des tâches relevant de la gestion du projet (ex. réaliser un échéancier du projet); c) etc.

La technique de décomposition thématique que nous utilisons tient compte des spécificités de nos données et elle inclut certaines adaptations. La première adaptation se situe sur le plan de l'unité du temps de découpage de la séance. Rappelons que même si l'organisation temporelle utilisée pour la construction d'un synopsis repose sur une unité de temps constante fixée par le chercheur (par exemple, 2 minutes dans le cas du synopsis décrit dans le cadre des travaux de Tiberghien *et al.*, 2007), le découpage en thèmes n'obéit pas à cette unité. Ce découpage dépend de la structure thématique des savoirs en jeu (du point de vue du chercheur, même s'il tente de se rapprocher de celui de l'enseignant). Dans le cas de notre étude, considérant la possibilité qu'offre le logiciel utilisé pour l'analyse des données sur format vidéo (*StudioCode*), nous nous passons donc de l'échelle temporelle fixe. Ce logiciel permet en effet de créer des variables ou des combinaisons de celles-ci (parole, geste, tâche, etc.), représentant des événements de durées variables qu'il est facile de coder en direct (lors du visionnement). Il peut également effectuer des opérations booléennes avec deux variables à la fois. En ce sens, nous considérons que chaque modalité retenue par l'enseignant pour organiser le travail en classe est un événement. La figure 7 présente un exemple de codage d'une séance selon la « variable » *modes d'organisation de la classe*. Nous reviendrons plus loin sur le choix des catégories du travail en classe.



Légende :

Inst-classe : Moment d'installation de la classe

Travail-GG : Classe en grand groupe (classe entière)

Travail-EQ : Les élèves travaillent en équipe

Travail-IND : les élèves travaillent individuellement

Transition : Les élèves changent la disposition des tables, changent de classe (ex. se déplacent vers un laboratoire informatique, durant une même période)

Fin de la période : Les élèves sont en activités libres

Figure 7- Exemple illustratif du codage de la portion séance selon l'organisation de la classe

Si nous supposons aussi qu'un thème est un autre type d'évènement, nous pouvons coder l'ensemble d'une séance avec une unité de temps variable qui représente cet évènement. Ce choix suppose implicitement qu'une séance est composée d'un ensemble de thèmes qui se suivent dans le temps selon un déroulement prévu par l'enseignant ou découlant d'une adaptation en action. Dans notre analyse, en plus de considérer, comme dans le cas des travaux de Tiberghien *et al.* (2007), le découpage thématique en se basant sur les savoirs, nous tenons compte aussi d'éléments spécifiques à notre objet d'étude (par exemple, des moments de gestion d'un projet comme la discussion autour du choix des rôles de chaque membre d'une équipe, des échéanciers du projet, etc.). Cette spécificité nous conduit à faire une deuxième adaptation dans la technique de découpage thématique : nous considérons ainsi dans la présente étude que l'objet d'un thème est tout contenu en lien avec les apprentissages visés par l'enseignant, qu'ils soient disciplinaires ou non.

De plus, contrairement à la technique initiale qui s'appuie sur la cohérence thématique au regard d'un savoir pour délimiter un thème, nous mobilisons la



technique utilisée par Hasni *et al.* (2012) dans l'analyse générale d'une séance. Il s'agit en effet de prendre le point de vue de l'enseignant comme repère pour le découpage. Ce choix se justifie par l'idée qu'en se collant à la description que l'enseignant donne de ses intentions au regard du déroulement prévu de la séance d'une part, et de son retour sur ce même déroulement après le cours, on a plus de chance de réduire la distorsion entre les intentions de l'enseignant et l'interprétation du chercheur. Dans le cas de nos données, ce choix nous est possible considérant que les entrevues *pré*-enregistrement se font juste avant la séance, et que les *post* suivent immédiatement la fin de la période, ce qui favorise en partie que les informations soient encore disponibles dans la mémoire de l'enseignant.

Concrètement, comme décrit précédemment, lors du codage, nous utilisons la combinaison des indices prélevés des entrevues *pré* (description du déroulement de la séquence), de la planification (lorsqu'elle est disponible) et de l'enregistrement vidéo (indices de transition dans son discours en classe comme repères pour délimiter le début et la fin d'un thème).

La procédure d'analyse que nous venons de décrire nous permettra d'obtenir une vision chronologique de l'ensemble des séances de chaque projet dans l'optique de répondre à plusieurs objectifs :

- 1) Donner une vue d'ensemble des thèmes qui structurent les projets, en disposant sur un même axe du temps tous les évènements qui composent l'ensemble des séances enregistrées (ce que permet le logiciel d'analyse utilisé : *StudioCode*).
- 2) Mettre en évidence, parmi les thèmes couverts, ceux reliés de manière spécifique aux savoirs disciplinaires visés, ce qui permet d'estimer le temps réservé à ces derniers par rapport aux autres thèmes qui couvrent la gestion du projet.
- 3) Identifier, pour chaque thème, les tâches effectuées par les élèves et les ressources didactiques utilisées.

De plus, les fonctions du logiciel offrent d'autres possibilités d'analyse. Selon le choix du chercheur, le logiciel génère des fichiers Excel contenant la fréquence d'apparition et la durée de chaque événement ou combinaison d'événements selon des fonctions logiques comme l'intersection (ET logique), la réunion (Ou logique) et la négation. Par exemple, la combinaison ET logique entre la modalité « travail en grand groupe » (classe entière) et la modalité qui code un thème donné permet de générer une « variable » qui est le « temps consacré à un thème donné réalisé en grand groupe ». En outre, comme l'illustre la figure 8 le logiciel génère également des diagrammes représentant la structuration ou l'architecture de la séance en fonction des événements choisis, ce qui permet une visualisation plus facile et riche en informations qu'un tableau standard complété (pour les mêmes données), puisqu'on peut facilement repérer les relations entre les différents critères de codage. En bref, ce diagramme permet de mettre en évidence la logique chronologique utilisée par l'enseignant pour introduire les contenus à enseigner.



Figure 8- Exemple d'un diagramme combinant l'organisation de la classe et les thèmes abordés

Par ailleurs, nous avons également utilisé une autre propriété du logiciel quant au choix de la couleur d'un événement sur la ligne du temps. La figure 9 montre un exemple de l'enchaînement des thèmes en fonction de leur statut. Comme nous l'avons déjà montré plus haut, ce statut est identifié à travers des indices prélevés en entrevue ou en classe. Ainsi, nous réservons la couleur jaune pour un thème vu

antérieurement et réutilisé dans le projet (mobilisation) et la couleur verte pour un thème nouveau. Dans le cas de l'exemple de la figure ci-dessous, on peut remarquer que l'enseignant a commencé par introduire des savoirs déjà traités en classe avant; les savoirs nouveaux sont venus plus tard. Chez d'autres enseignants, c'est l'inverse.

Organisation de la classe	1	2	4	5	6	7	8
Inst-classe							
Travail-GG	1			3		4	5
Travail-EQ		1	2		3		
Thèmes abordés							
Clés dichotomiques	1	2					
Données d'un tableau de dénombrement d'espèces				2	3	T Dev	4 T Ex 5 T
Diagrammes à bande des espèces							1 2
Caractéristiques alimentaires des vivants							
Chaine alimentaire							
Habitat - Facteurs biotiques et abiotiques							
Réseau de concept-construction							

Figure 9- Exemple du codage des thèmes en fonction de leurs statuts dans le projet

#### 3.2.4. La synthèse de la procédure générale de traitement des vidéos

De manière à opérationnaliser les principes d'analyse que nous venons de décrire, nous avons commencé par une relecture des transcriptions des entrevues *pré*, suivie par un premier visionnement des enregistrements vidéo de la séquence d'enseignement (projets) retenue et ensuite par la lecture des transcriptions des entrevues *post*. Les phases de cette étape ont été refaites plusieurs fois pour deux projets (deux séquences), ce qui nous a permis de stabiliser la grille et d'amorcer le codage des données, et de compléter celui qui a été réalisé sur les données des entrevues *pré*. Le codage des données vidéo s'est fait ensuite en cinq étapes.

##### Étape 1

Durant le dernier visionnement d'exploration, nous avons codé les catégories de **l'organisation du travail en classe** (voir figure 9), car celles-ci sont facilement repérables. Nous avons repris les mêmes configurations que celles retenues par Tiberghien *et al.* (2008) pour la catégorisation du travail dans une classe. Ainsi, les

moments où le discours est public en classe sont les moments de travail en grand groupe. Nous avons séparé toutefois les moments du discours privé en deux sous-catégories : le travail individuel et le travail en équipe. De plus, considérant la nature des séquences (des projets), d'autres catégories ont émergé. Celles-ci sont :

- Inst-classe : Moment d'installation de la classe durant lequel l'enseignant attend que les élèves prennent leurs places avant le début du cours.
- Transition : À la demande de l'enseignant, les élèves changent la disposition des tables, changent de classe (ex. se déplacent vers un laboratoire informatique, durant une même période).
- Fin de la période : Les élèves sont en activités libres (avec l'autorisation de l'enseignant) quelques minutes avant la fin de la durée habituelle de la période.

## Étape 2

Nous avons procédé au codage de chaque enregistrement en considérant les catégories présentées dans le tableau 6. Celles-ci renvoient à la répartition retenue pour distinguer les temps orientés vers les apprentissages (disciplinaires ou non) qui caractérisent le déroulement du projet. Rappelons que nous avons évité un découpage en un grand nombre de catégories, en retenant un nombre réduit de celles-ci et qui permet surtout d'estimer le temps d'enseignement consacré aux savoirs disciplinaires dans le contexte de l'EPP.



Tableau 6-  
Catégories utilisées pour répartir les différents moments des projets

<b>Catégorie</b>	<b>Définition de la catégorie</b>
Temps orienté vers les apprentissages visés (TOA)	Moments durant lesquels sont traitées une ou des dimensions des contenus visés incluant toute activité dont la finalité (du point de vue de l'enseignant) est l'acquisition des apprentissages visés dans le contexte du projet. Ces apprentissages peuvent être des savoirs ou des compétences disciplinaires, des compétences transversales, etc.
Temps de gestion (TOG)	Moments de gestion durant lesquels les actions de l'enseignant et des élèves sont orientées vers la gestion du déroulement du projet incluant les consignes portant sur les échéanciers, les règles de fonctionnement, la gestion de classe, l'organisation du travail, le déplacement entre les locaux, etc.
Temps (autre) (TA)	Moments de gestion qui excluent la catégorie (TOG) et qui ne sont pas induits par le projet comme l'explication de la présence de la caméra en classe, les interruptions des cours (autres que pour des questions de gestion), les consignes sur les activités parascolaires, etc.

Nous présentons dans le tableau 7, des extraits des échanges en classe pour illustrer ces catégories.

Tableau 7  
Extraits illustratifs des catégories d'analyse des moments d'un projet

### **Temps orienté vers les apprentissages visés (TOA)**

P4 : Donc, les plaques tectoniques de la Terre. La Terre est sur... une espèce un manteau qui n'est pas vraiment liquide. On ne flotte pas, la Terre ne flotte pas sur quelque chose de vraiment liquide, mais en même temps. Donc en même temps, ce n'est pas solide, c'est comme visqueux. C'est un peu comme si c'était l'huile extrêmement épaisse pis que, les plaques glisseraient là-dessus.

E : Du Jello dur.

P : Du Jello dur. C'est difficile à dire, c'est quelque chose qui est entre liquide et solide.

E : [inaudible]

P : Pardon?

E : C'est-tu toxique?

P : C'est... ben c'est pas toxique, c'est du sable, de la terre, des roches en fusion. Donc, c'est extrêmement chaud, mais c'est visqueux. Un peu comme la lave d'un volcan. Ok? Ça va? (P se tourne vers l'image projetée.) Donc, mes plaques sont réparties un peu comme un casse-tête et elles ne sont pas carrément sur les bords, elles sont beaucoup plus loin.

### **Temps de gestion (TOG)**

P1 : Euh, aujourd'hui, comme je vous ai dit au dernier cours, on commence euh notre projet spécial. Donc, juste pour vous rappeler là pour ceux qui ne se rappellent plus. Aujourd'hui on passe la période là-dessus, puis jeudi vous passez pratiquement la journée là-dessus. Donc, jeudi, on va se voir à la période un ici, période deux ici, puis la période quatre, ça va être dans la classe de Manon, Ok? Là je vais juste prendre mes présences. Temps (autre) (TA)

P2 : Enlève ça, premièrement, puis ta tuque. Gab, là tu vas prendre ta même place pour aujourd'hui parce que là on ne peut pas tout re-déplacer, puis on s'en reparle. Marc, tu vas fermer la fenêtre s'il te plaît. Ferme-là. Ferme-là.

### **Temps (autre, TA)**

P1 : Donc, avant de commencer, Tanny voulait que je vous annonce le décès d'Aline, un de nos poissons, si ça vous intéresse. Bien c'est ça, on vous le dit

### **Étape 3**

Nous avons relevé dans le discours des enseignants sur le déroulement des séances (transcription de l'entrevue pré) les **noms des thèmes** et les indicateurs de leur découpage.-Nous avons aussi ajouté des informations tirées de l'enregistrement vidéo pour compléter la description **des ressources didactiques** utilisées ainsi que les modalités choisies par l'enseignant pour présenter les thèmes de savoirs. Par ailleurs,

lorsqu'il s'agit de catégoriser les thèmes dans *StudiCode*, nous n'avons considéré que les moments consacrés aux apprentissages.

#### Étape 4

De manière à progresser dans le **découpage thématique des enregistrements vidéo**, nous avons recouru à l'aide des entrevues pré pour réaliser un découpage préalable. En utilisant intégralement le discours de l'enseignant quand il décrit le déroulement de la séance, nous avons repéré le découpage de la séance qu'il envisage. Prenons l'exemple d'un enseignant pour illustrer cette étape.

Dans l'entrevue pré, à la question sur le déroulement détaillé de la période, il répond :

Ok, bon. Bien **au début de la période**, je vais leur reparler un petit peu du déroulement du projet parce qu'il se fait sur trois cours et je vais aller dans leur cours de mathématiques à la prochaine période, leur prochaine période de mathématiques. Et donc, c'est cela, en début de période je vais leur...leur réexpliquer tout cela// Je vais leur distribuer les documents et on va lire la mise en situation, ensemble. **Et ensuite de cela**, on va former les équipes, aménager la classe et le travail d'équipe va commencer. //Donc **à ce moment-là**, les élèves vont devoir fouiller dans un... dans un dossier de presse qu'on a monté et ils vont devoir trouver des informations sur des mots de vocabulaire et trouver des informations sur une planète en particulier... du système solaire. Toujours en fouillant dans le dossier de presse, puis moi à ce moment-là je vais circuler pour... pour superviser là le travail puis répondre aux questions.

Les termes en gras indiquent le moment prévu pour les tâches envisagées des enseignants ou des élèves (extraits soulignés). Les barres doubles divisent la séance en grand moments. Ces repères nous ont été utiles pour le découpage de l'enregistrement vidéo. En effet, lors du visionnement de la vidéo via la fenêtre du logiciel d'analyse, nous avons utilisé des indices de transition prélevés dans le discours de l'enseignant lorsqu'il s'adresse aux élèves pour repérer les moments de début et de fin de chacun des moments que permettent de dégager les entrevues.

#### Étape 5

Pour chaque segment repéré (le grand moment situé entre deux transitions), nous avons décrit les thèmes traités. Ensuite, pour chaque thème, nous avons codé 1)

les modalités didactiques (phases didactiques au sens de Tiberghien *et al.*, 2007) que l'enseignant a retenues pour traiter ce thème et 2) le matériel didactique utilisé. Outre les six phases didactiques proposées par ces auteurs, nous ajoutons dans le cas de cette étude la phase de la mise en situation du projet. Nous considérons que celle-ci peut parfois se limiter à une simple introduction du projet, mais dans la majorité des cas, elle la dépasse. Elle constitue chez plusieurs enseignants une phase à part entière durant laquelle la situation de départ du projet est présentée aux élèves. Dans le tableau 8, nous reprenons les phases didactiques utilisées pour le codage, incluant les adaptations apportées à la proposition initiale de Tiberghien *et al.* (2007).



Tableau 8  
Synthèse des catégories des phases didactiques retenues pour l'étude

<b>0. Mise en situation</b>	<p>L'enseignant introduit ou présente le projet pour la première fois ou en reparle si c'est déjà fait avant. Les propos portent exclusivement sur un ou des aspects du projet</p> <p>L'enseignant présente, décrit ou lit seul ou avec les élèves la situation de départ du projet ou le produit à réaliser (s'il y a lieu); explique le déroulement, les échéanciers, les consignes, etc.)</p>
<b>1.a Introduction de la séance</b>	L'enseignant introduit la séance (fait des liens avec la séance précédente, présente le plan de la séance, des consignes; l'organisation du travail, etc.)
<b>1.b Introduction d'un thème</b>	L'enseignant introduit une activité de recherche, (précise les tâches à faire, les lectures, les consignes, les ressources, etc.)
	L'enseignant introduit l'exercice (précise les tâches à faire, les lectures, les consignes, les ressources, etc.)
	L'enseignant introduit la manipulation (précise les tâches à faire, le matériel, les lectures, les consignes, les ressources, etc.)
<b>2. Développement</b>	Présentation ou explication de notions en lien avec les contenus visés. Cette présentation est effectuée par l'enseignant seul ou en échange avec les élèves
<b>3. Évaluation des connaissances</b>	L'enseignant procède explicitement à une évaluation orale des élèves
	L'enseignant procède explicitement à une évaluation écrite des élèves
<b>4. Réalisation</b>	D'une activité (les élèves travaillent seuls ou avec l'enseignant)
	D'un exercice (élèves travaillent seuls ou avec l'enseignant)
	D'une expérience, ou d'une manipulation (de matériel de laboratoire, de données scientifiques, etc.) (les élèves travaillent seuls ou avec l'enseignant). Cette catégorie inclut la phase d'une démonstration effectuée par l'enseignant
<b>5. Retour</b>	Retour (sur une activité, un exercice, une manipulation) qui consiste en une correction, un résumé de ce qui a été fait
<b>6. Clôture</b>	Clôture de la séance (résumé de ce qui a été fait durant la séance, consignes sur ce qui doit être fait à la maison, introduction à ce qui va être fait la séance suivante, etc.)

En combinant l'ensemble des étapes décrites jusqu'à présent, nous arrivons à un codage de l'ensemble d'une séance dont un exemple est présenté sur la figure ci-dessous. La même procédure est reprise pour chaque séance du projet. Vient ensuite

l'étape du fusionnement de l'ensemble des périodes d'un projet sur un même graphique.

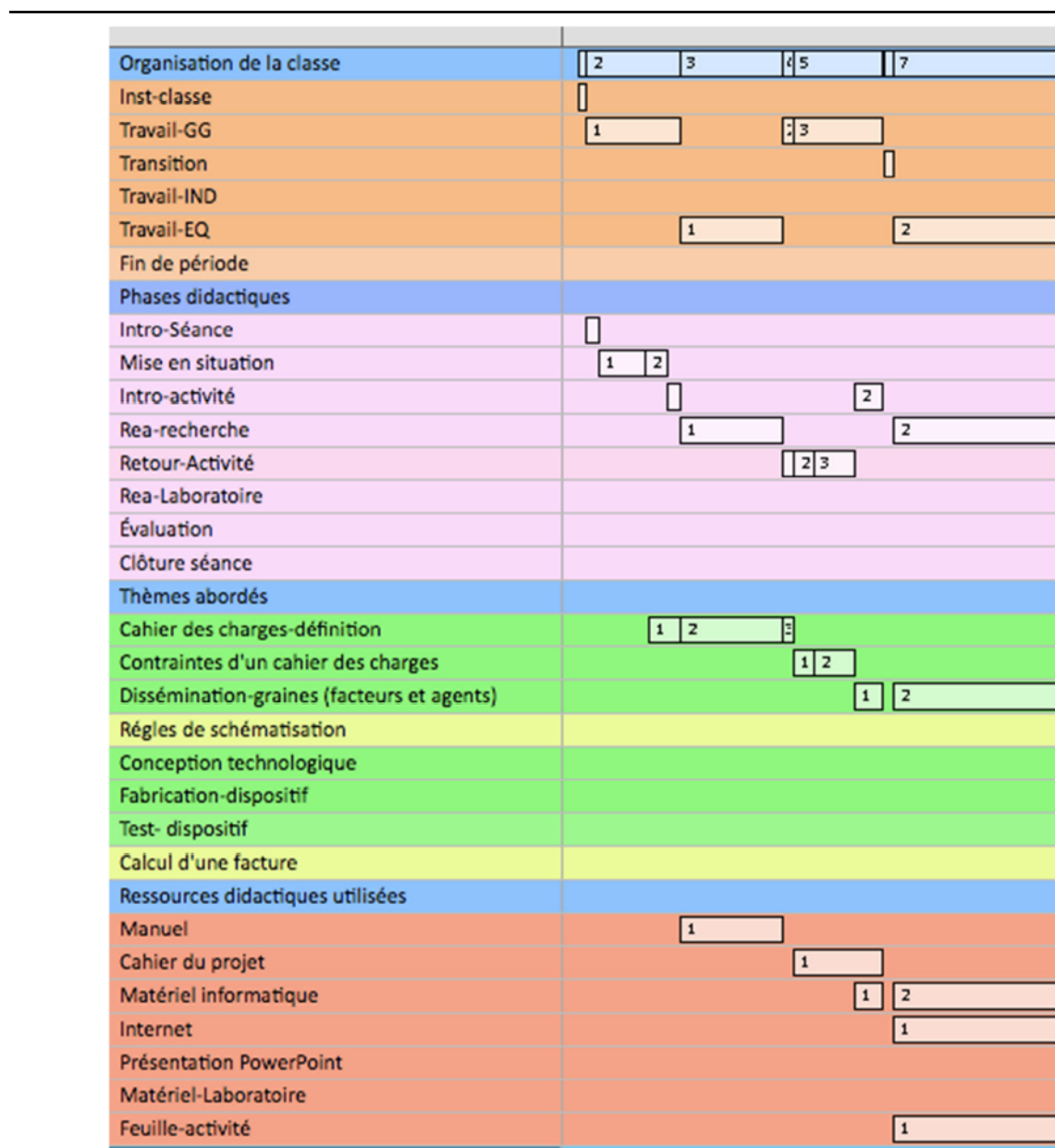


Figure 10- Exemple de codage d'une séance selon les catégories d'analyse des pratiques observées

### 3.2.5. *L'utilisation des transcriptions : analyse fine des tâches portant sur les savoirs conceptuels*

Nous avons cherché à dégager les liens entre, d'une part, les savoirs en jeu et, d'autre part, le problème initial à résoudre et le produit-représentant l'aboutissement du projet. Pour ce faire, nous avons cherché, dans les transcriptions des enregistrements en classe, tous les indices discursifs et linguistiques énoncés par l'enseignant (et/ou par les élèves) suggérant une relation entre les savoirs en jeu et la réalisation du produit ou la résolution du problème. Notons qu'à ce niveau, nous avons ciblé uniquement les savoirs conceptuels.

La recherche de ces liens a été appréhendée à travers les tâches demandées aux élèves, en s'appuyant sur les données des entrevues et de l'observation des interventions en classe. L'extrait suivant de l'entrevue pré avec le sujet S2 illustre la procédure de repérage d'utilisée.

Ok. Aujourd'hui, on va commencer par la mise en situation. Donc, présenter le projet aux élèves. Ça c'est moi qui vais le faire. Ensuite, les élèves vont... Ils n'ont jamais entendu parler du cahier des charges. Donc, on va en discuter ensemble. Ils vont avoir une page à faire dans le cahier d'exercices « Univers » en s'aidant du manuel pour compléter ça.

Cet extrait de la réponse de l'enseignant décrivant le déroulement de la première séance du projet montre que le cahier des charges est un contenu du programme qui sera enseigné pour la première fois dans le cadre de ce projet. Pour l'aborder avec les élèves, l'enseignant prévoit un ensemble de tâches et des ressources pour amener l'élève à s'approprier ce contenu. L'extrait suivant du discours de l'enseignant s'adressant aux élèves en classe illustre la manière avec laquelle cette intention a été opérationnalisée :

P : Ok. Si on regarde **le cahier de charge**, ok, **il y a diverses contraintes qu'on va regarder ensemble**, ok? **Un cahier de charge, c'est ce qui indique qu'est-ce que tu dois respecter. Il existe plusieurs sortes de contraintes**, mais comme on n'a jamais, en sciences en tout cas, travailler avec un cahier de charge, ben ça va être super important de **savoir comment ça fonctionne** parce que c'est ce qui va vous permettre d'avoir du succès dans votre projet parce que si tu ne sais pas quelle consigne, quelle règle tu dois respecter, ben t'arriveras pas aux bons

résultats. *Fait que pour que vous puissiez comprendre mieux c'est quoi un cahier de charge, vous allez être super contents de prendre la page 111 de votre cahier d'exercices. Page 111 Ok? Pour compléter cette page-là vous allez trouver les réponses où? (les élèves répondent : « Dans le manuel page 205 ») 205-206?, je vous laisse dix minutes, en équipes de table, à voix basse.*

Ce discours de l'enseignant permet de dégager certains constats :

- 1) les passages en gras montrent le thème abordé (les contraintes dans un cahier des charges), ils représentent les aspects des savoirs visés par l'apprentissage (à travers le projet de conception et fabrication d'un dispositif de dispersion de graines végétales par le vent pour une ferme écologique);
- 2) le passage en italique annonce la tâche que les élèves vont effectuer autour de ce thème (lecture du manuel);
- 3) le passage souligné montre le lien que l'enseignant fait entre le cahier des charges et le dispositif à réaliser dans ce projet. Dans ce cas, le lien s'exprime par une justification de l'utilisation du savoir en jeu (la contrainte d'un cahier des charges) pour le produit final présentée aux élèves. Nous considérons que l'analyse de l'objet de la justification est un indicateur qui révèle, en partie, le degré de pertinence des éléments du projet pour le savoir en jeu. La mise en correspondance entre cet indicateur et les produits effectivement réalisés en classe par les élèves complète l'analyse.

Cette procédure de repérage combinée à la décomposition des séquences en thèmes va permettre de répondre à trois questions principales :

- 1) quelles sont, durant la progression du projet, les dimensions de l'objet enseigné (les thèmes) qui sont mises en usage dans la réalisation du produit ou dans la résolution du problème? 2) comment, dans le discours, se construit la pertinence du savoir à l'égard du problème en jeu ou de la réalisation du produit? Est-ce que l'enseignant fait des liens explicites entre le thème et le produit? 3) Et si oui, est-ce que ces liens sont pertinents d'un point de vue scientifique ou technologique?



### 3.2.6. *En synthèse*

Le tableau ci-dessous reprend l'ensemble des principales catégories qui permettent d'opérationnaliser notre cadre conceptuel sur le plan des techniques d'analyse des données.

Composantes et indicateurs	Aspects recherchés
<b>Intentions d'apprentissage</b>	
<b>Types de savoirs (contenus) visés</b> Savoirs conceptuels, savoir-faire et démarches; compétences disciplinaires, compétences transversales, autres	À quels types de savoirs (contenus) renvoient les apprentissages traités dans le projet?
<b>La place des savoirs disciplinaires</b> Temps accordé aux savoirs disciplinaires	Quel temps est accordé aux tâches orientées vers l'acquisition des savoirs disciplinaires dans le projet?
<b>Statut des savoirs dans le projet</b> Mobilisés, nouveaux	Est-ce que le projet vise l'acquisition de savoirs nouveaux? la mobilisation de savoirs vus antérieurement?
<b>Caractéristiques de l'EPP en ST</b>	
<b>La situation inductrice du projet</b>	
<b>Lien entre la situation et la vie à l'extérieur de l'école</b> Authentique, imaginaire ou fictive Présence ou non d'un problème ou d'une question de départ	Est-ce que la situation à la base du projet est reliée à la vie réelle de l'élève? Est-ce qu'elle réfère à un problème ou à une question?
<b>Présence ou non de liens entre la situation et des savoirs scientifiques ou technologiques</b>	
Nature du lien entre la situation et le problème ou la question scientifique (explicite, implicite, absent) Pertinence de la situation au regard du problème ou de la question d'un point de vue scientifique ou technologique	Est-ce qu'elle réfère à un problème ou à une question d'ordre scientifique? Est-ce que le projet vise à répondre à un besoin technologique? Est-ce que la situation fait appel à des savoirs scientifiques ou technologiques? Sont-ils corrects d'un point de vue scientifique ou technologique?
<b>Modalités utilisées pour mettre l'élève en contact avec le problème</b>	
Présentation par l'enseignant ou autre source (média, cahier du projet, etc.); à travers des données (observées directement ou indirectement), etc.	Comment l'élève est amené à identifier le problème? Comment l'élève est amené à faire le lien entre la situation de départ et le problème scientifique ou le besoin technologique?
<b>La réalisation par les élèves d'un produit final</b>	
<b>Type de produit</b> Consommation, service, présentation médiatique, etc.	Est-ce que le produit est destiné à un usage? Si oui lequel?
<b>Destinataires du produit</b> Enseignant, élèves, école, etc.	À qui est destiné le produit ?
<b>Lien entre le produit et les savoirs</b> Degré d'utilité des savoirs convoqués pour le produit final	Est-ce que le produit contient des traces des savoirs visés? Est-ce que l'élève peut réussir la réalisation du produit même en contournant les aspects des savoirs traités? Est-ce que l'élève peut réaliser le produit même avec une conception fausse du savoir traité?

**Modalités de recherche, de résolution de problèmes, de réalisation du produit retenues par l'enseignant**
**Type de tâches effectuées autour des contenus visés**

Lecture (manuel, Internet, dossier de presse, etc.); présentation par l'enseignant (verbale, assistée par un support informatique ou autre), activités réalisées par les élèves (manipulations de laboratoire (expériences, essais pratiques, démonstrations, etc.); exercices; ateliers, etc.)	Quelles tâches sont proposées aux élèves pour l'acquisition des savoirs visés ? Qui effectue ces tâches? (enseignant seul, avec ou sans échanges avec les élèves; élèves avec l'aide ponctuelle de l'enseignant ou d'une autre personne)
---	---

**Les modalités d'organisation du travail en classe**

Quelles modalités d'organisation du travail étaient retenues tout au long du projet? Pour quelles tâches du projet?

**Liens entre les activités du projet et les démarches scientifiques et technologiques**

<b>Présence ou non d'un problème ou d'une question d'ordre scientifique ou technologique</b>	Est-ce que le projet répond à une question de recherche scientifique ou un besoin technologique? La résolution du problème nécessite-t-elle une démarche scientifique ou technologique? Est-ce que le projet amène les élèves à recourir à des habiletés scientifiques ou technologiques?
--	---

**Modalités utilisées pour l'étude du problème ou de la question de recherche**

Recours à des données (types de données, mise en œuvre du recueil de données, analyse, discussion, communication), recherche documentaire (types de ressources utilisées)	Est-ce qu'une ou des activités du projet ont impliqué le recours à des données scientifiques?
---	---

<b>Justesse des savoirs abordés d'un point de vue scientifique et technologique</b>	Est-ce que les aspects traités des savoirs disciplinaires sont corrects et pertinents d'un point de vue scientifique et technologique?
---	--

**Autres caractéristiques**
**La collaboration entre enseignants et autres acteurs**

La participation ou non d'acteurs scolaires ou non scolaires à l'élaboration et/ou à la mise en œuvre du projet	Est-ce que le projet a impliqué la collaboration avec d'autres acteurs? Lesquels? Quels étaient leurs rôles dans le projet?
---	---

<b>La mise en œuvre de liens entre deux disciplines scolaires ou plus</b>	Est-ce que le projet a impliqué deux disciplines ou plus? Lesquelles?
---	---

<b>La durée du projet</b>	Nombre de séances consacrées au projet
---------------------------	--

## **CHAPITRE QUATRIÈME- LES RÉSULTATS DE LA RECHERCHE**

Comme exposé dans la méthodologie, les situations d'enseignement-apprentissages (les séquences) analysées ont été mises en œuvre par six enseignants qui disent recourir à l'enseignement par projets. La durée des projets varie de trois à cinq périodes chacun. Dans ce chapitre, nous commençons par décrire les données contextuelles des sujets relativement à leur formation, leur expérience en enseignement ainsi que les caractéristiques des classes dans lesquelles les projets ont été réalisés. Dans la section suivante, nous dressons un portrait sommaire des projets mis en œuvre. Ensuite, nous présentons les résultats de l'analyse des données au regard des axes retenus pour la recherche.

Comme nous l'avons montré dans le chapitre de la méthodologie, afin de dégager le rationnel des enseignants à partir de leurs discours et de leur pratique observée (enregistrements vidéo), les données utilisées sont de différentes natures. Leur analyse n'a pas été effectuée de manière linéaire. Pour saisir chaque objet, nous avons fait des allers et retours et croisé les données. Pour des raisons de présentation, nous exposons les résultats de manière séquentielle en tentant de nous référer le plus possible aux données premières portant sur chaque objet. Mais lorsque les besoins d'analyse l'exigent (pour montrer des liens, des absences de liens ou des régularités, par exemple), nous ferons référence aux autres données (supplémentaires) considérées.

### **1. LES CARACTÉRISTIQUES DE L'ÉCHANTILLON**

Notre échantillon se compose de six enseignants. Pour des raisons de confidentialité, nous avons volontairement omis de mentionner certains détails qui pourraient mener à leur identification. Ainsi, lorsque nous nous référons à un sujet, nous utilisons la lettre S suivie d'un chiffre et lorsque nous désignons le projet mis en œuvre par le sujet, c'est la lettre P suivie du même chiffre qui sera utilisée.

Le même principe a été observé lorsque nous citons intégralement les propos des sujets en classe, en entrevue ou lors de la présentation de certains éléments de



contexte entourant les projets. Les noms des lieux et des personnes citées dans le cadre des projets ont également été remaniés.

Comme le montre le tableau 11, l'expérience en enseignement des sujets varie de 3 à 13 années avec une moyenne d'environ 4 à 6 années. Sur le plan de la formation universitaire initiale, 5 sujets détiennent un baccalauréat en enseignement au secondaire avec des profils différents, dont trois en biologie, un en chimie et un en mathématique et physique. Un sujet (S3) détient un baccalauréat en sciences doublé d'un autre en enseignement au préscolaire et primaire. Rappelons que dans le contexte de l'enseignement secondaire des ST au Québec, les enseignants peuvent avoir divers profils de formation selon l'université délivrant le diplôme (des profils doubles et mono-disciplinaires).

Les niveaux d'enseignement considérés par les projets analysés sont les suivants : trois classes sont de la première année du secondaire, deux classes de la deuxième et une classe en troisième. Les écoles se situent dans des milieux socioéconomiques faible à moyen pour la majorité et favorisé dans un seul cas.

Les caractéristiques de l'échantillon mettent ainsi en évidence la diversité à la fois des profils des enseignants et des contextes des classes.

Tableau 11  
Caractéristiques de l'échantillon étudié

<b>Caractéristiques des sujets</b>	<b>S1</b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>	<b>S4</b>	<b>S5</b>	<b>S6</b>
Expérience en enseignement (Nombre d'années)	3	6	6	4	5	13
Profil de formation universitaire (Formation initiale)	BES Biologie	BES Biologie	BES Biologie	BEPP + Bac en Sciences	BES Chimie	BES Math et physique
<b>Caractéristiques des classes</b>						
Niveau d'enseignement	Secondaire 2	Secondaire 1	Secondaire 2	Secondaire 1	Secondaire 3	Secondaire 1
Milieu socioéconomique de l'école	Milieu favorisé	Milieu défavorisé	Milieu défavorisé	Classe moyenne	Milieu défavorisé	Classe moyenne

**Légende :**

BES : Baccalauréat en enseignement au secondaire

BEPP : Baccalauréat en enseignement au primaire et préscolaire

## 2. LA DESCRIPTION SOMMAIRE DES PROJETS MIS EN ŒUVRE

Afin de faciliter la lecture des résultats, nous commençons par une brève présentation des projets mis en œuvre, en soulignant certaines de leurs caractéristiques comme les contextes proposés aux élèves et les réalisations finales attendues. Cette description introductive a été reconstituée à partir de l'ensemble des données recueillies (entrevues, enregistrement, planifications, etc.).

Dans l'ensemble des projets, les enseignants ont bâti des documents qu'ils désignent par cahier de projet ou carnet de projet. Ces documents sont remis aux élèves dès l'introduction des séquences d'enseignement, au début de la première période. À la première page de ces documents apparaît une section intitulée « mise en situation » pour tous les enseignants. Lors de la mise en œuvre des projets, tous les sujets ont commencé leurs projets par un moment consacré à la prise de connaissance de cette section. Ces mises en situation décrivent pour l'ensemble des projets les contextes de départ et, pour certains, les produits attendus des élèves. En combinant les énoncés de ces mises en situation d'une part, et les consignes expliquant certaines tâches que les élèves doivent faire (extraites du cahier de l'élève) d'autre part, nous avons reconstitué une description sommaire des projets que nous retrouvons dans le tableau 12.

Tableau 12  
Description sommaire des projets

<b>P1 (3)<sup>58</sup></b>	L'élève est sollicité de la part d'un musée pour préparer une exposition sur le système solaire pour des élèves du primaire. Il doit concevoir une représentation visuelle du système solaire pour un mur de dimensions 10 m de longueur par 5 m hauteur. Cette représentation doit prendre la forme d'un schéma qui sera remis au musée. Pour trouver les caractéristiques du système, l'élève doit chercher les informations pertinentes dans un dossier de presse préparé par l'enseignant.
<b>P2(4)</b>	L'élève est sollicité par une équipe de chercheurs qui veut développer des dispositifs non polluants pour une ferme écologique. Il doit concevoir et fabriquer un dispositif qui permet la dispersion des graines végétales à partir d'un cahier de charges que l'enseignant lui impose. Le dispositif fabriqué doit être mis à l'épreuve en classe en présence des élèves.
<b>P3(4)</b>	L'élève doit « inventer » un animal en tenant compte de trois contraintes pigées au hasard : A) le type d'écosystème; B) le régime alimentaire; et C) le mode de déplacement. Il doit effectuer des recherches dans un dossier de presse que l'enseignant lui remet. Ce dossier contient des fiches décrivant les caractéristiques alimentaires et comportementales d'un ensemble d'animaux. À la fin du projet, il doit présenter son animal au reste de la classe soit sur une affiche, une maquette ou une présentation <i>Powerpoint</i> .
<b>P4(5)</b>	Un voyage scientifique s'organise à l'école en collaboration avec des géologues. L'élève doit choisir un endroit parmi deux destinations où il y a un volcan actif et un autre parmi deux lieux où l'activité sismique est présente. Durant le projet, l'enseignant aborde des notions reliées à ces deux phénomènes. Une évaluation est prévue à la fin du projet. Celle-ci porte sur les réponses de l'élève à des questions en lien avec les destinations de son choix de départ. Dans ses réponses, l'élève doit utiliser les notions vues durant le projet.
<b>P5(4)</b>	L'élève est dans un refuge situé dans une forêt avec ses amis pour une fin de semaine. Une tempête les surprend, ils réalisent que le sentier de retour est recouvert d'au moins 1 mètre de neige. Ils décident de fabriquer des raquettes. Toutefois, seul le plan de la raquette est attendu de l'élève.
<b>P6(4)</b>	L'élève est un biologiste qui a pour mission d'analyser et d'expliquer les changements survenus dans une forêt. Pour ce faire, il doit comparer les dénombrements de plusieurs végétaux et animaux

58 Le chiffre entre parenthèses indique le nombre de périodes pour chaque projet.



---

habitant ce milieu. Ces dénombrements ont été effectués à un intervalle de 6 ans. On précise à l'élève qu'à travers cette analyse, il va comprendre la composition de ce milieu, les interrelations entre les vivants et les changements possibles.

---

La description des grandes lignes des projets proposés aux élèves nous permet de dégager quelques constats généraux sur lesquels nous reviendrons dans les sections suivantes.

À l'exception du projet P3, tous les projets (5/6) proposent aux élèves des contextes s'inspirant des situations de la vie à l'extérieur de l'école. Par ailleurs, si les réalisations finales attendues des élèves varient d'un projet à l'autre, on peut remarquer que dans les cas de P4 et P6, aucun produit n'est attendu de l'élève; le projet finit par l'évaluation des traces découlant du travail de ce dernier. De plus, dans le cas des quatre autres (P1, P2, P3 et P5), deux ont prévu des moments de présentation de ces produits au reste de la classe (P2 et P3).

Cette section introductive donne une idée globale des projets mis en œuvre. Nous allons présenter les intentions d'apprentissage annoncées qui leur sont associées par les enseignants.

### 3. LES INTENTIONS D'APPRENTISSAGES DÉCLARÉES

Rappelons qu'il s'agit ici de présenter les résultats de l'analyse combinée des planifications écrites (intentions énoncées) et des réponses des sujets aux trois questions suivantes lors de l'entrevue pré :

1. *Quels sont les contenus ou les savoirs disciplinaires que vous visez dans les périodes enregistrées?*
2. *Que souhaitez-vous que les élèves retiennent de ces contenus?*
3. *Est-ce qu'il y a des savoirs que vous avez déjà enseignés dans d'autres cours et que vous souhaitez que les élèves mobilisent dans le cours enregistré? Si oui, lesquels?*

La présentation de ces résultats sera faite en trois temps. Premièrement, nous dressons la liste des contenus énoncés par les enseignants (question 1). Ensuite, nous

présentons les dimensions spécifiques des savoirs ciblées par les enseignants. Enfin, nous faisons état du statut de chacune de ces dimensions.

### 3.1. Les contenus d'apprentissages énoncés

L'analyse des données retenues montre que les objets d'apprentissages visés par les enseignants renvoient à l'ensemble des Univers composant le programme de ST. La liste de ces savoirs comme annoncés par les enseignants est décrite dans le tableau 13.

Tableau 13  
Liste des contenus disciplinaires en ST énoncés

Projet	Savoirs visés en ST	Univers concernés
<b>P1</b>	Vocabulaire utilisé en astronomie (système solaire, planète, étoile, satellite)	Terre et Espace
<b>P2</b>	Adaptations végétales (les types de graines et leurs facteurs de dispersion); cahier des charges	Biologie; technologie
<b>P3</b>	Adaptations animales (les adaptations physiques, les adaptations comportementales); l'habitat; notions d'évolution; la reproduction sexuée.	Biologie
<b>P4</b>	Plaques tectoniques, volcanisme, tremblements de terre, lithosphère, structure interne de la Terre; Force et mouvement, liaisons, guidage	Terre et espace; technologie
<b>P5</b>	Force de pesanteur; démarche expérimentale; relation entre la pression, la force et la surface; dessin technique;	Physique; technologie
<b>P6</b>	Taxonomie, habitat des animaux, niche écologique, chaîne alimentaire.	Biologie

On peut remarquer que dans trois projets, les savoirs visés proviennent d'au moins deux Univers. Si on considère la liste des savoirs déclarés relativement aux savoirs prescrits dans le document de la progression des apprentissages qui sert de guide pour chaque niveau d'enseignement, on peut noter que l'ampleur des contenus

visés en termes de nombre de savoirs prescrits varie considérablement en fonction des projets.

Ainsi, le nombre de « savoirs essentiels » visés dans ces projets va de quelques savoirs factuels (noms des planètes, leurs dimensions et les distances qui les séparent) dans le projet P1, jusqu'à couvrir presque la totalité d'un thème d'un Univers du programme (P4 et P6), en passant par ceux qui ciblent quelques concepts en particulier (P2, P3 et P5). Les extraits suivants illustrent le discours des sujets sur ces savoirs :

Donc, on va travailler sur le système solaire. Donc, on a système solaire, on a planète, on a étoile. Ce sont des termes au niveau de l'astronomie et... et donc c'est cela. (S1 en entrevue)

Aujourd'hui, on va parler des adaptations surtout chez les végétaux parce qu'on vient de terminer les adaptations des animaux. Pour les végétaux, on va regarder les différents types de graines, leurs diverses adaptations pour se disperser. On va aussi voir dans le volet techno parce que c'est notre premier projet de techno cette année. Donc, c'est un peu aussi une initiation à la techno. On va voir le cahier des charges. (S2 en entrevue)

En fait, ce que je vise, ce sont les savoirs essentiels au niveau des plaques tectoniques, le volcanisme, tremblements de terre, lithosphère, puis la structure interne de la Terre. (S4 en entrevue)

On va parler de la pression, puis que la pression, elle varie selon la force appliquée et selon l'aire de surface. Donc en sciences, c'est là-dessus qu'on va venir travailler beaucoup. (S5 en entrevue)

De plus, on remarque que dans seulement un projet (P5), les démarches scientifiques ont été explicitement citées dans cette section.

Ensuite, des choses qu'on va voir aussi, c'est sûr, naturellement, toute la démarche scientifique pour un protocole en laboratoire puis tout ça, l'analyse des résultats, les conclusions. (S5 en entrevue)

Notons également que dans le projet P4, l'enseignant dit vouloir établir des liens entre deux champs disciplinaires faisant partie du programme de ST (géologie et technologie).

En fait, moi j'ai décidé de relier ce thème avec le dernier thème qu'on vient de faire, qui était les forces et mouvements, puis là je vais parler des liaisons, guidage, etc. Mais, par rapport aux termes géologiques. Alors, je relie forces et mouvements avec la géologie. (S4 en entrevue)

Rappelons que dans le programme, les notions de force et mouvement se retrouvent dans les énoncés des savoirs essentiels dans la section de l'univers technologique.

Si on inclut les contenus notés dans les planifications écrites, on remarque que d'autres composantes sont visées dans ces projets. Certains sujets y ont été également référés en classe. Le tableau 14, synthétise tous les savoirs disciplinaires propres aux ST annoncés, si l'on tient compte de l'ensemble des données.

Tableau 14  
Contenus disciplinaires propres aux ST annoncés

		P1	P2	P3	P4	P5	P6
<b>Savoirs disciplinaires en ST</b>							
Savoirs conceptuels <sup>59</sup>		x	x	x	x	x	x
Savoir-faire (stratégies, techniques, etc.)						x	x
Démarches scientifiques ou technologiques						x	
Compétences disciplinaires du programme <sup>60</sup>	<b>C1</b>					x	
	<b>C2</b>				x		
	<b>C3</b>	x	x	x	x	x	x

59 Même si le contenu énoncé par l'enseignant relève du vocabulaire, nous l'incluons provisoirement dans cette catégorie.

60 À titre de rappel, les intitulés des compétences disciplinaires du programme de ST sont : C1, chercher des réponses ou des solutions à des problèmes d'ordre scientifique ou technologique; C2, mettre à profit ses connaissances scientifiques et technologiques; C3, communiquer à l'aide des langages utilisés en science et technologie.

Ainsi, outre les savoirs conceptuels et les savoir-faire, les compétences disciplinaires, faisant partie du programme de ST sont également visées dans ces projets. La compétence reliée à la communication (C3) a été ciblée dans tous les projets. Les compétences associées à la conceptualisation (C2) et aux aspects méthodologiques de l'activité scientifique ont été citées dans seulement deux projets différents.

### **3.2. Les dimensions ciblées des savoirs énoncés**

Le tableau 15 présente de manière synthétique les résultats de l'analyse des réponses des sujets à la question sur ce qu'ils aimeraient que les élèves retiennent des savoirs énoncés à la première question. La première colonne du tableau rappelle la liste des savoirs déjà énumérés dans la première question.



Tableaux 15  
Dimensions ciblées des savoirs cités telles qu'annoncées

<b>P1</b> Vocabulaire scientifique	Si à la fin de la période ils sont capables de <b>nommer les planètes dans l'ordre</b> , s'ils sont capables de <b>définir dans leurs mots, système solaire, planète, étoile et satellite</b> , pour moi l'objectif va avoir été atteint.
<b>P2</b> Adaptations végétales  Cahier de charges	[...] <b>il y a différentes adaptations et que les différentes propriétés ou caractéristiques ne sont pas là pour rien, finalement, que ce sont des adaptations utiles.</b>  Je veux qu'ils retiennent aussi <b>comment ça fonctionne un cahier de charges</b> . Qu'ils soient capables, la prochaine fois qu'ils vont avoir un projet technologique à faire, en voyant un cahier de charges, savoir <b>c'est quoi, comment ça fonctionne et à quoi ça sert.</b>
<b>P3</b> Adaptations animales	Bien, que <b>les adaptations sont en lien direct avec l'habitat, le milieu puis les vivants qui l'occupent.</b>
<b>P4</b> Tectonique des plaques  Mouvements et effets des forces	J'aimerais que l'élève puisse prendre conscience que <b>les plaques tectoniques bougent</b> . Donc, je veux leur faire prendre conscience que <b>les océans sont constitués de plaques et les continents aussi.</b> Je veux que les élèves puissent comprendre que <b>la répartition des séismes et des volcans sont les mêmes</b> et qu'ils s'approprient le <b>vocabulaire lié aux tremblements de terre</b> , en fait, les séismes et les volcans. Je veux qu'ils soient capables de <b>faire le lien entre force et mouvement, avec le vocabulaire technologique et la tectonique des plaques.</b>
<b>P5</b> Modéliser la relation entre la pression, la force et la surface	[...] <b>Bien que la pression peut être influencée par deux facteurs principalement</b> , et là qu'on en vienne à <b>la formule que la pression est égale à la force divisée par l'aire de surface.</b>
<b>P6</b> Taxonomie, niche écologique, chaîne alimentaire	[...] <b>c'est quoi les différentes espèces et comment on distingue une espèce d'une autre.</b> Je voudrais qu'ils retiennent aussi <b>les milieux, les habitats, comment on fait aussi la chaîne alimentaire avec la niche écologique, les différents tableaux.</b> J'espère qu'ils vont être capables de <b>produire des tableaux qui expliquent bien et qui sont les plus représentatifs de leur situation.</b>

Si à travers ces projets, la majorité des enseignants semblent viser des savoirs conceptuels, les degrés de conceptualisation ciblés varient d'un projet à l'autre. Ainsi dans le projet P1, c'est seulement l'acquisition du vocabulaire autour du système solaire qui est retenue. S1 explique en ce sens que,

on ne va pas nécessairement en profondeur dans l'astronomie, on ne touche pas à des concepts extrêmement poussés. On sait que l'astronomie c'est super vaste. Puis on peut aller très loin avec cela. Mais là c'est simplement le système solaire, puis la définition de certains mots de vocabulaire.

S2, qui vise le concept de cahier des charges, précise qu'au-delà d'une définition, il souhaite que les élèves s'approprient ce concept d'ingénierie en conception du point de vue de son utilité et de son usage.

Dans les autres projets, avec des concepts comme l'adaptation animale et végétale, la pression, la structure géologique de l'écorce terrestre, le milieu naturel, on peut noter que les enseignants ont retenu des concepts porteurs d'obstacles psychologiques et épistémologiques. Par exemple, S4 souhaite que les élèves arrivent à un niveau d'abstraction de la structure géologique de l'écorce terrestre (par exemple l'idée que les séismes et les volcans, résultats des mouvements internes de la Terre, sont des phénomènes qui reflètent des aspects différents de la structure géologique de l'écorce terrestre). Il explique ailleurs que ce qui motive son projet, c'est l'idée d'amener les élèves à comprendre ces phénomènes naturels :

Je veux leur faire découvrir un phénomène naturel puis qu'ils disent pourquoi à certains endroits, il y a plus de séismes qu'ailleurs et pourquoi ils sont plus importants et plus dévastateurs. Et à partir de ça, essayer de comprendre le phénomène. Et non pas leur donner la matière et après ça, qu'ils fassent juste le réécrire. Moi, c'est ce que je voulais, c'est vraiment qu'ils comprennent pourquoi il y a des séismes dans le monde. (S4 en entrevue)

Pour S5, l'objectif poursuivi est d'amener les élèves à prendre conscience que la pression est influencée par deux variables. Pour sa part, S6 qui vise également les habiletés méthodologiques (utilisation d'une clé dichotomique), la compréhension des concepts de chaîne alimentaire et de niche écologique est une visée principale. Il explique en ce sens :

[...] je pense qu'ils vont comprendre, que tel vivant a diminué parce que celui-là a augmenté, il s'est mis à manger plus, donc il y en a moins de celui qui lui servait de nourriture si on veut. [...]. (S6 en entrevue)

### 3.3. Le statut des contenus visés dans les projets

Un des indicateurs qui opérationnalise le cadre conceptuel de cette recherche consiste à tenter de dégager, pour chaque objet d'apprentissage annoncé et traité en classe, si celui-ci est abordé pour la première fois ou s'il a été vu antérieurement et réutilisé dans les tâches du projet.

Pour l'analyse de cet indicateur, rappelons que plusieurs données ont été combinées : 1) le discours des sujets dans leurs réponses à la question suivante de l'entrevue pré enregistrement : *est-ce qu'il y a des savoirs que vous avez déjà enseignés dans d'autres cours et que vous souhaitez que les élèves mobilisent dans le cours enregistré? Si oui, lesquels?*; 2) le discours de l'enseignant lorsqu'il décrit le déroulement détaillé de chaque période du point de vue des tâches en lien avec les contenus énoncés; 3) le discours de l'enseignant en classe lorsqu'il traite un objet, répond à des questions de clarification, etc.

#### 3.3.1. *Des objets disciplinaires en ST nouveaux et d'autres vus antérieurement et réutilisés dans les projets*

Le tableau 16 présente les résultats de cette analyse pour les savoirs propres aux ST.

Tableau 16  
Le statut des savoirs en ST dans le projet

	Savoirs en ST	Statut dans le projet
P1	Système solaire	Nouveau
P2	Facteurs et agents de dissémination	Nouveaux
	Cahier des charges	Nouveau
P3	Adaptations animales	Traités antérieurement
P4	Plaques tectoniques, volcanisme, séismes, lithosphère, structure interne de la Terre, subduction, expansion océanique, faille transformante	Nouveaux
	Les effets des forces	Traités antérieurement
	Force gravitationnelle, dessin technique; les habiletés nécessaires pour mener une expérience	Traités antérieurement
P5	Taxonomie (clé dichotomique)	Traités antérieurement
	Habitat des animaux, chaîne alimentaire, niche écologique, réseau conceptuel	Nouveaux

Dans tous les projets, à l'exception du projet P3, les enseignants disent aborder des savoirs conceptuels pour la première fois. Dans le cas de S5, même si le projet a été utilisé comme une situation d'évaluation (« Moi ce que je fais, c'est une situation d'évaluation ») et que les élèves sont supposés avoir les prérequis conceptuels (« ce sont des concepts qu'ils ont déjà vus ») et méthodologiques (« toute la méthodologie en laboratoire, ça, ce sont toutes des choses qu'on a vues

précédemment »), la conceptualisation de l'idée que la pression est un objectif central pour lui comme il l'explique :

Je veux vraiment qu'ils voient et qu'ils manipulent les deux influences sur la pression. Que si je varie mon poids, ça a une influence, et si je varie l'aire de surface, ça a aussi une influence sur ma pression. Donc je veux vraiment venir dissocier les deux variantes possibles pour que les élèves soient capables de le voir, de le calculer, de le mesurer, de le manipuler, que ça devienne beaucoup plus concret pour eux. (S5 en entrevue)

### 3.3.2. *Des objets vus antérieurement dans d'autres domaines d'apprentissages et réutilisés dans les projets*

Le tableau 17 présente la liste de ces objets.

Tableau 17  
Les autres objets d'apprentissages cités

	<b>Le domaine des mathématiques</b>	<b>Les autres domaines</b>	<b>Les compétences transversales</b>
P1	Les grands nombres et la notation scientifique Conversion des unités La proportionnalité et la règle de trois Utilisation d'une échelle	-	Coopérer  Résoudre des problèmes
P2	Les pourcentages	-	-
P3	-	Les arts plastiques	Se donner des méthodes de travail efficaces et
P4	-	-	-
P5	Conversion des unités La représentation graphique d'une fonction La fonction inverse La proportionnalité	-	-
P6	La représentation graphique des données sous forme d'un diagramme à bandes	-	-



Différentes composantes du programme, autres que les ST, sont ainsi visées dans les projets analysés. Elles incluent des contenus disciplinaires en provenance du domaine des mathématiques dans quatre projets, des arts plastiques dans le cas d'un projet et à des compétences transversales dans le tiers des projets.

#### Des savoirs des autres domaines d'apprentissages du programme de l'école québécoise

On peut noter que c'est le domaine des mathématiques qui est le plus sollicité (4 projets sur 6). Les extraits suivants illustrent le discours des sujets sur ces savoirs :

Les élèves vont devoir maîtriser les notions relatives aux grands nombres. Donc, ils vont devoir transférer des millions de kilomètres en centimètres avec la notation scientifique. Donc, ils vont travailler avec ça en début de période et ensuite de ça, ils vont devoir réinvestir leurs connaissances sur les proportions pour être capables de trouver une échelle pour réduire la taille du système solaire. En fait, c'est un réinvestissement parce que ce sont des contenus qu'ils ont déjà vus. (S1 en entrevue)

Bien, c'est sûr que les pourcentages, quand ils vont devoir faire la facture, ça c'est des savoirs qu'ils ont vus en maths, qu'ils vont revoir. (S2 en entrevue)

En mathématiques, ils vont travailler beaucoup beaucoup beaucoup le nuage de points. Et la fonction, une fonction inverse et une fonction directement proportionnelle. (S5 en entrevue)

En math, c'est surtout, ils vont réutiliser des connaissances qu'ils ont déjà. Faire des graphiques, faire des diagrammes, des tableaux, puis aussi l'arithmétique. (S6 en entrevue)

Par ailleurs, on note que dans le projet P3, S3 a évoqué, en réponse à la question sur les contenus mobilisés, des apprentissages du domaine des arts plastiques :

[...] il y a une petite partie, art plastique, du domaine des arts parce qu'ils doivent faire une affiche ou une maquette. (S3 en entrevue)

#### Les objets d'apprentissages de l'ordre des compétences transversales

Le discours des enseignants renvoie également à certaines compétences transversales figurant dans le programme. Ainsi S1 précise :

Ce que je veux qu'ils (les élèves) développent principalement comme compétence c'est d'être capables de **résoudre des problèmes** [...] Donc, ils vont devoir trouver une solution, c'est là le nœud du problème. Donc, ça va être ça que je veux qu'ils développent comme compétence, **mais ça n'a pas rapport avec les contenus**.

Cet enseignant vise également une autre compétence transversale :

En fait, j'irais plutôt du côté des compétences transversales, parce que c'est le troisième travail d'envergure en équipe. Donc, ce sont toujours des compétences au niveau **de la coopération**. C'est ce qu'ils vont devoir le plus mobiliser. (S1 en entrevue)

Les extraits montrent que si S1 vise l'enseignement de quelques termes du vocabulaire scientifique entourant le système solaire, il utilise le contexte du projet pour amener les élèves à résoudre des problèmes et développer leurs habiletés à coopérer.

Pour sa part S3, qui vise des attributs du concept de l'adaptation animale, dit vouloir travailler la compétence transversale *se donner des méthodes de travail efficaces* :

Bien, on va travailler la transversale, c'est la méthode se donner des méthodes de travail efficaces. Donc je sais qu'ils ont travaillé ça en géo aussi. Donc ce n'est pas des compétences disciplinaires. [...]. (S3 en entrevue)

Remarquons que cet enseignant précise bien qu'il reprend à son tour une compétence méthodologique déjà travaillée en géographie.

Nous passons à présent à une autre dimension d'analyse portant sur le temps consacré à chaque objet d'apprentissage annoncé (qu'il soit nouvellement introduit ou réutilisé lors de la mise en œuvre des projets) et aux aspects traités dans le cas des savoirs en ST.

#### 4. LA PLACE DES SAVOIRS DISCIPLINAIRES

Cet indicateur sera appréhendé par un estimé du temps consacré aux apprentissages annoncés. Les catégories retenues pour l'analyse sont celles rapportées

au tableau 6 : temps orienté vers les apprentissages visés (TOA); temps de gestion (TOG); temps (autre) (TA).

#### **4.1. Le temps de classe consacré aux contenus déclarés**

Nous avons choisi de représenter le temps en pourcentage afin d'avoir une échelle commune pour tous les projets, considérant que ceux-ci sont de durées variables. Les résultats de cette analyse sont présentés à la figure 11. Les chiffres sur les bandes représentent les pourcentages du temps de chaque catégorie par rapport au temps total du projet.

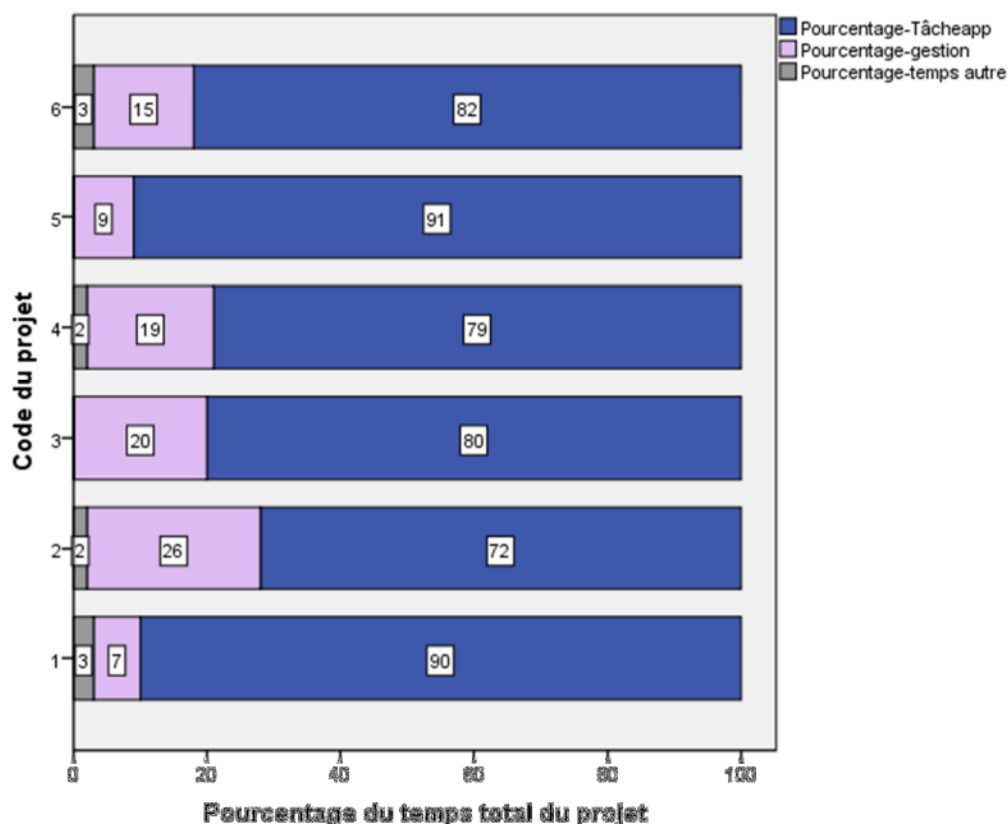


Figure 11- Répartition des temps des projets

La figure 11 montre que le temps consacré aux apprentissages visés représente au moins 72 % du temps total pour l'ensemble des projets. On constate également que le temps de gestion varie de 7 à 26 %. Dans le cas de P2, il atteint presque le tiers du temps du projet (26/72). Parmi les explications possibles de ces différences, nous pouvons avancer les suivantes :

1) Les caractéristiques des projets :

- La nature des produits visés par chaque projet : lorsque le produit final implique la fabrication et l'usage de matériel, cela induit inévitablement un temps de gestion. C'est le cas du projet P2.
- Le choix de l'enseignant de réserver un moment pour la présentation par l'élève de son produit final ou non, ce qui induit un temps de transition entre les présentations (cas des projets P2 et P3).

- Les modalités d'organisation de la classe privilégiées par chaque enseignant ainsi que le choix de varier ces modalités dans une même période. En effet, les moments de transition d'une modalité à une autre engendrent plus de gestion.

2) Les caractéristiques des tâches retenues pour l'acquisition des savoirs visés. Ces caractéristiques renvoient autant à la nature de ces tâches qu'au matériel didactique utilisé. Ainsi, lorsque l'enseignant recourt à des activités expérimentales qui nécessitent la manipulation de matériel, cela implique un temps supplémentaire de gestion (cas de P2, P4, P5 et P6). De plus, le recours au matériel informatique pour les présentations (*PowerPoint*) ainsi que la recherche sur Internet contribuent également à l'augmentation de ce temps.

Ce sont les projets P2 et P3 qui combinent toutes ces caractéristiques, ce qui explique le fait que le temps de gestion dans ces projets a avoisiné le tiers de la durée totale.

Dans ce qui suit, nous considérons l'analyse spécifique du temps consacré aux apprentissages visés.

#### 4.1.1. *Les objets d'apprentissages traités et le temps qui leur est consacré*

Rappelons que pour reconstituer le temps consacré à chaque objet, nous avons recouru à une analyse thématique (Tiberghien *et al.*, 2007). Précisons également, qu'en conformité avec les caractéristiques de l'analyse thématique, la désignation des thèmes doit rester collée au discours de l'enseignant. Par exemple, quand S4 introduit ou parle d'un thème qu'il nomme « mouvement des plaques », nous reprenons intégralement cette désignation

Pour faciliter la lecture, nous ne présentons ici que la synthèse composée des thèmes intégrateurs ainsi que le pourcentage du temps consacré à chacun d'eux (tableau 18). La liste détaillée incluant chaque thème se retrouve à l'annexe 8. Comme le logiciel utilisé (*StudioCode*) permet de fusionner sur un même axe du temps le déroulement de l'ensemble du projet même si celui-ci s'étale sur plusieurs périodes séparées dans le temps, nous avons exporté les pourcentages de la durée de



chaque thème codé par rapport au temps total du projet. [Les diagrammes du codage des projets](#) exportés du logiciel sont présentés à l'annexe 9.

Tableau 18  
Les objets d'apprentissages couverts en classe

	<b>Univers Terre et espace</b> (vocabulaire scientifique entourant le système solaire (30 %))
<b>P1</b>	<b>Domaines des mathématiques (60 %)</b> [Conversion des unités métriques (1 %); notation scientifique (6 %); échelles mixtes (53 %)]
	<b>Univers technologique (44 %)</b> Cahier des charges (16 %) [définition et contraintes appliquées à la conception du dispositif demandé] Élaboration d'une solution qui tient compte des contraintes (18 %)
<b>P2</b>	Mise en œuvre de la solution retenue en utilisant le matériel disponible en classe (10 %)
	<b>Univers vivant (14 %)</b> (adaptations végétales : facteurs et agents de dissémination des graines)
	<b>Domaines des mathématiques (14 %)</b> (calcul du prix de revient du dispositif)
	<b>Univers vivant (38 %)</b> : caractéristiques physiques et comportementales d'un animal
<b>P3</b>	<b>Compétence transversale, se donner des méthodes de travail efficaces (18 %)</b> [l'élaboration d'un échéancier des différentes étapes du projet] <b>Réalisation d'une affiche ou d'une maquette ou une présentation PowerPoint (selon le choix des équipes) (24 %)</b> [critères d'évaluation d'une communication; communication orale des résultats de recherche]
	<b>Univers Terre et Espace (65 %)</b> : (la tectonique des plaques; structure terrestre, séismes et volcanisme, mouvements des plaques)
<b>P4</b>	<b>Univers technologique</b> : effets des forces appliqués aux mouvements des plaques tectoniques (22 %)
	<b>Évaluation écrite finale portant sur l'ensemble des thèmes (10 %)</b>
	<b>Élaboration d'un protocole expérimental</b> permettant de modéliser la relation entre la pression, la force et la surface de contact (20%); <b>Mise en œuvre des expérimentations (46 %)</b> [réaliser deux expériences; recueillir les données; représenter les données sur un graphique, analyser les données : dégager une loi mathématique à partir du graphique; appliquer cette loi pour déterminer les dimensions d'une raquette]
<b>P5</b>	<b>Univers technologique (25 %)</b> Dessin technique d'un plan de raquette
	<b>Univers vivant (60 %)</b> Caractéristiques alimentaires des vivants; construction d'un réseau de concepts représentant une chaîne alimentaire
<b>P6</b>	<b>Domaine des mathématiques (22 %)</b> Construction d'un diagramme à bande (des espèces)

Les contenus disciplinaires traités : des faits factuels, des savoirs conceptuels, des techniques, des démarches et des compétences disciplinaires<sup>61</sup>

Lorsqu'on considère le temps réservé de manière spécifique aux savoirs en ST, l'analyse utilisant la technique présentée dans la méthodologie (décomposition par thèmes de savoirs combinée au discours de l'enseignant) permet d'obtenir les résultats présentés dans le tableau 19.

---

<sup>61</sup> L'utilisation de ces termes dans la présente section renvoie à ceux utilisés dans les programmes. Ce sont ces termes qui ont été utilisés par les sujets en entrevue et en classe.

Tableau 19  
Types de contenus disciplinaires traités en classe

Les contenus couverts et le temps qui leur est consacré		Types de contenus <sup>62</sup>
<b>P1</b>	<b>Univers Terre et espace</b> (système solaire (30 %))	Vocabulaire scientifique
	<b>Univers technologique (44 %)</b> Cahier des charges (16 %) [définition et contraintes appliquées à la conception du dispositif demandé] Élaboration d'une solution qui tient compte des contraintes (18 %) Mise en œuvre de la solution retenue en utilisant le matériel disponible en classe (10 %)]	Concepts Démarche technologique
	<b>Univers vivant (14 %)</b> (facteurs et agents de dissémination des graines)	Vocabulaire scientifique
<b>P3</b>	<b>Univers vivant (38 %)</b> : caractéristiques physiques et comportementales d'un animal Évaluation de la présentation du produit (communication orale utilisant un support) (24 %)	Vocabulaire scientifique C3 <sup>63</sup>
	<b>Univers Terre et Espace (65 %)</b> : la tectonique des plaques	Concepts
<b>P4</b>	<b>Univers technologique</b> : vocabulaire des effets des forces appliquées aux mouvements des plaques tectoniques (22 %) Évaluation écrite finale portant sur l'ensemble des thèmes (10 %)	Vocabulaire scientifique C2 et C3
	<b>Élaboration d'un protocole expérimental</b> permettant de modéliser la relation entre la pression, la force et la surface de contact (20%)	Démarche expérimentale
<b>P5</b>	<b>Mise en œuvre des expérimentations</b> (46 %) [réaliser deux expériences; recueillir les données; représenter les données sur un graphique, analyser les données : dégager une loi mathématique à partir du graphique; appliquer cette loi pour déterminer les dimensions d'une raquette Dessin technique d'un plan de raquette (25 %)]	Techniques de dessin Concepts et modèle mathématique
	<b>Univers vivant (60 %)</b> Caractéristiques alimentaires des vivants; construction d'un réseau de concepts représentant une chaîne alimentaire	Concepts et réseau conceptuel
<b>P6</b>		Savoir-faire (utilisation d'une clé dichotomique) Démarche d'observation

62 Seuls les savoirs énoncés par l'enseignant en entrevue ou en classe ont été retenus.

63 Troisième compétence disciplinaire du programme de ST.

Qu'en est-il de la nature des savoirs disciplinaires traités dans les projets? Nous répondons à cette question en nous appuyant sur des extraits de discours d'enseignants en classe ou tirés des entrevues (voir la méthodologie).

S1 a traité exclusivement d'éléments qui concernent le vocabulaire scientifique comme l'illustre l'extrait suivant de son discours s'adressant à toute la classe au moment de l'introduction du thème sur les caractéristiques du système solaire :

(05 min : 11 de la première période du projet)

P : Ok. Aujourd'hui, les sections que tu vas devoir remplir, c'est la section recherche d'informations. Je vais te donner, par personne, un dossier de presse. Ok? C'est un recueil d'informations sur les sujets qui sont traités là-dedans. (Il montre le document qu'il venait de lire, le même qu'il a distribué aux élèves)

E1 : Il va y avoir juste ça?

P : Oui.

E1 : Pour tout le cours?

P : Oui. Tu en as en masse, tu vas voir. Donc, tu fouilles là-dedans, et tu remplis les informations. **Tu dois me définir c'est quoi un système solaire, tu dois me définir c'est quoi une planète, c'est quoi une étoile et c'est quoi un satellite.** Ok. Ça, tu dois faire ça aujourd'hui en fouillant dans le dossier de presse. Vous êtes deux pour fouiller, vous devriez être pas pire.

Comme le montrent les passages en gras, ce sont les définitions du vocabulaire scientifique relié au système solaire qui sont l'objet de la recherche demandée aux élèves, ce que l'enseignant avait bien précisé en entrevue juste avant le cours.

On peut remarquer aussi que, comme prévu dans leurs intentions énoncées lors de l'entrevue ou dans la planification, dans trois cas (P2, P5 et P6), les enseignants ont fait appel à des techniques (habiletés) ou démarches d'investigation ou de conception. Les extraits ci-dessous permettent de l'illustrer :

S5 en entrevue

Le premier bloc de deux heures, c'est que les élèves [...] vont **décrire quel est le problème. Qu'est-ce qu'ils doivent faire pour régler le problème?** et par la suite, commencer leur première manipulation laboratoire, **établir leur but, établir leur protocole, recueillir les données pour la première manipulation** [...] Deuxième manipulation, deuxième but, deuxième protocole, qui est très très très en lien avec la première [...] Par la suite, **ils vont devoir transposer leurs résultats dans un graphique, analyser ce graphique-là pour en venir à la conclusion** qu'il y a deux variantes à la pression.

S6 en entrevue :

Le premier cours, [...] je vais leur remettre leur schéma de leur milieu qu'ils auront à étudier, puis je vais leur demander **avec le schéma de trouver c'est quoi les animaux puis les végétaux qui sont présents dans leur milieu**. Eux autres, ils vont avoir comme la lettre A pour représenter un animal, puis une description de l'animal, **puis avec la clé dichotomique, il faut qu'ils aillent trouver c'est quel animal, avec le nom, la nomenclature binominale**, puis le nom commun.

[...] À la deuxième période, on va s'atteler **aux tableaux puis aux graphiques pour représenter leur milieu**. [...] Troisième période, je vais leur expliquer comment on va faire l'analyse de tout ce qu'on a eu, de voir aussi tel vivant diminuer, essayer de trouver les raisons, je vais tout leur expliquer à la fin du document, puis je les laisse travailler là-dessus. Le dernier cours, c'est le cours où est-ce qu'on fait **le réseau de concepts**

Ainsi, si différents types de savoirs ont été traités avec les élèves, on peut noter, comme le montraient déjà les analyses des intentions déclarées, que plusieurs degrés de conceptualisation sont visés. Alors que S1 cible uniquement le vocabulaire et S3 un niveau descriptif (reconnaître les caractéristiques d'un animal sur des fiches descriptives), S4 et S5 visent à amener les élèves à l'appropriation de certains concepts géologiques pour S4, le réseau conceptuel d'une chaîne alimentaire pour S6 et le modèle mathématique représentant la relation entre la pression, la force appliquée et la surface de contact pour S5. Ce qui nécessite la mise en place d'une multitude de tâches visant à amener l'élève à se représenter les différents concepts impliqués.



Par ailleurs, la mise en relation des intentions énoncées lors de l’entrevue pré à l’égard des savoirs, d’une part, et des observations du déroulement de la pratique en classe, d’autre part, met en évidence un petit écart entre le discours et la pratique. Ainsi, si S2 et S6 disent lors des entrevues viser des attributs des concepts d’adaptation végétale (la diversité des moyens de reproduction des végétaux) pour S2 et animale pour S (les adaptations physiques et comportementales), en classe les tâches proposées aux élèves pour atteindre ces objectifs ont consisté à lire des définitions ou des caractéristiques présentées soit sur un support papier (dossier de presse) ou informatique (site Internet). Prenons l’exemple de S2 pour illustrer cet écart. Le tableau 20, présente les intentions déclarées de cet enseignant au regard du concept d’adaptation végétale, les thèmes qu’il a traités en classe ainsi que les tâches didactiques utilisées pour mettre en œuvre ses intentions.

Tableau 20  
Intentions déclarées et les dimensions du savoir traitées en classe chez S2

Liste des contenus énoncés	Adaptations végétales (les types de graines et leurs facteurs de dispersion)
Dimensions ciblées des savoirs cités telles qu’annoncées	Ce que je souhaite qu’ils retiennent. Bien, finalement, que ... chez les végétaux, <u>parce qu’on a fait un projet sur les animaux</u> , mais que chez les végétaux aussi, <b>il y a différentes adaptations et que les différentes propriétés ou caractéristiques ne sont pas là pour rien, finalement, que ce sont des adaptations utiles</b>
Thèmes traités en classe en lien avec le savoir énoncé	Types et facteurs de dissémination des graines
Tâches demandées aux élèves en lien avec ce thème	Lire en équipe de 2 élèves un site Internet (Wikipédia) et trouver les différents termes scientifiques pour désigner les types et les facteurs de dissémination et les noter sur un tableau

Ainsi, si l’enseignant annonce qu’il vise amener les élèves à saisir l’idée que la diversité des modes de reproduction des végétaux est un fait expliqué par l’adaptation au milieu, les tâches mises en œuvre en classe se réduisent à une reconnaissance de termes. Remarquons également que dans sa réponse (texte souligné), il fait référence au fait qu’il a déjà traité des adaptations animales. Une explication possible de ce constat est que, pour l’enseignant, du moment que les

élèves ont appris certains faits reliés à l'adaptation chez les animaux, ils feront automatiquement le transfert chez les végétaux, ce qui, comme le soutiennent Krajcik *et al.* (2007), ne se produit pas généralement.

La figure 12 présente, sous forme de graphique, les résultats concernant le temps accordé aux trois types d'apprentissages disciplinaires, dans chacun des six projets (séquences d'enseignement). Le pourcentage indiqué dans ce diagramme est rapporté au temps total du projet.

#### Les champs disciplinaires du programme impliqués

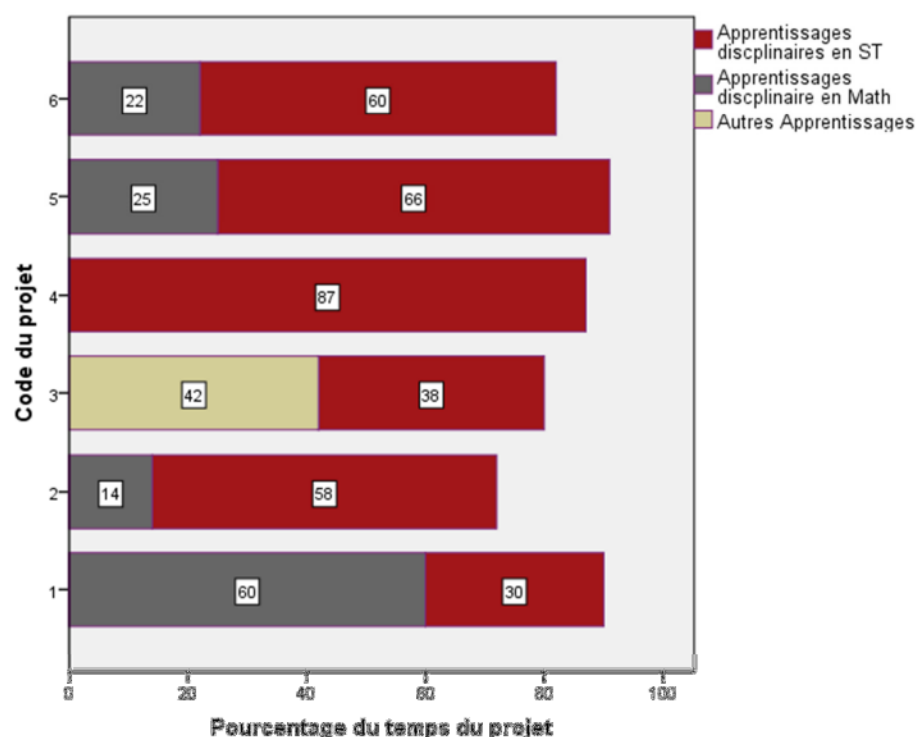


Figure 12- Les domaines d'apprentissages couverts dans les projets

Si quatre enseignants ont mentionné dans leurs intentions d'apprentissage qu'ils allaient mobiliser des savoirs du domaine des mathématiques, on peut effectivement noter que dans ces quatre projets (P1, P2, P5, P6), ils ont consacré au minimum 14 % (et en moyenne 30 %) du temps total des projets à des contenus mathématiques.

Dans le cas du projet P1, on peut remarquer que ce temps dépasse la moitié du projet et double celui portant sur les savoirs en sciences.

La figure 12 montre également que dans le projet P3, l'enseignant a consacré 42 % du projet à des apprentissages reliés aux compétences transversales. Rappelons que l'enseignant annonçait qu'il visait la compétence transversale *se donner des méthodes de travail efficaces* et d'autres apprentissages qui relèvent, selon lui, du domaine des arts plastiques. Comme il l'explique, durant la première période du projet, il aborde la compétence méthodologique, à travers l'élaboration d'un échéancier du projet :

Donc, je présente un peu **la compétence transversale**. J'explique rapidement **c'est quoi un échéancier. À quoi ça sert? Quand est-ce qu'il faut le faire? Comment on peut le faire?** Ensuite, là ils vont faire l'échéancier. Ils travaillent toute la période et à la fin de la période, je vais faire un retour sur l'échéancier, comment ça a été? Est-ce que c'est normal que toutes les étapes ne soient pas finies? Est-ce que c'est normal qu'on l'ajuste? Puis là, ils vont prendre en note ce qu'ils devaient avoir fait aujourd'hui qui n'est pas fait puis c'est ce qu'ils auront à terminer à la maison. (S3 en entrevue pré)

De plus, durant la deuxième et la troisième périodes, les élèves ont effectué des tâches de recherche (dans un dossier de presse) sur le produit attendu (l'animal inventé) pour préparer des affiches, des présentations *PowerPoint* ou des maquettes (selon le choix des élèves). La quatrième période (la dernière) a été consacrée à la présentation des affiches. Il a réparti cette dernière période en deux temps, comme il l'explique :

Au début, ils ont une vingtaine de minutes pour faire une pratique générale donc leur présentation devrait être prête. Il ne va rester que les petits détails à finaliser. Que ce soit sur leur affiche ou sur leurs présentations *PowerPoint* parce qu'ils ont juste 20 minutes pour faire ça en équipe. Ensuite de ça, ça va être des présentations par équipe à tour de rôle [...] Puis ça, ça devrait prendre le reste de la période parce que chaque équipe doit faire une présentation qui dure environ 5 minutes où ils vont décrire leur animal, décrire ce qu'ils avaient pigé donc décrire l'habitat et expliquer les différentes adaptations.

Notons pour compléter que durant la présentation des affiches, l'enseignant a demandé à ses élèves d'évaluer l'affiche de l'équipe d'élèves qui présente en considérant cinq critères d'évaluation. Il explique aux élèves que le but de l'exercice est de les initier aux critères d'évaluation qu'il utilise, comme l'illustre l'extrait suivant :

(18 : 34 de la dernière période du projet), S3 s'adressant à toute la classe :

P : C'est pour vous habituer, vous autres, à connaître les critères d'évaluation parce que c'est de cette façon-là que je vais vous évaluer. Mais je vais la ramasser, la feuille, puis je vais les regarder. C'est pour voir aussi, si vous avez un bon jugement, si on est capables de voir la même chose. Ok?

L'extrait suivant permet d'avoir une idée de ces critères d'évaluation et leurs indicateurs comme ils sont présentés aux élèves :

(16 : 03 de la dernière période du projet), S3 s'adressant à toute la classe :

[...] vous allez être évalué aujourd'hui. Premier critère, **vue d'ensemble**. Donc, il faut qu'à quelque part, tu aies vu l'animal à quoi il ressemble. Ça peut être une affiche, ça peut être une maquette, peu importe, mais il faut avoir une bonne idée à quoi l'animal ressemble. [...] tu notes, tu entoures le bon chiffre, selon toi. Un, c'est faible. Trois, c'est moyen. Cinq, c'est excellent. Tu décideras, là, ce que ça vaut entre un et cinq. Ça va? [...] Deuxième critère, c'est par rapport **à la qualité de l'information** qui t'as été dite. Ok? Euh, est-ce qu'il y a beaucoup d'adaptations? Est-ce qu'ils t'expliquent pourquoi cette adaptation-là, le lien entre son milieu, le lien avec ce qu'il mange, le lien avec comment il se déplace? Troisième critère, adaptations et **terminologie**. **Donc, tu utilises les bons mots**. Est-ce qu'il y a des mots là-dedans, là, qui sont plus recherchés? Est-ce que ces mots-là, est-ce qu'ils te sont expliqués si c'est des mots nouveaux, tu les comprends-tu? Donc, exemple, la grenouille, ce qu'elle a ici (il désigne son cou) ce n'est pas des bulles ou des poches, c'est des sacs vocaux. Troisième critère, **l'organisation du message**. Donc, dans tout l'exposé, il y a un début, un milieu, une fin. Donc, au début, nous dire ce que tu as pigé comme contrainte, parce que ça explique tout le pourquoi de l'animal, après ça, là. Ce qui est aussi important, c'est que tu vas nous donner toutes sortes d'informations. Si là ce n'est pas, s'il n'y a pas un peu d'ordre là-dedans, on va tous être mêlés puis on va te perdre, là. [...] Et **la qualité des outils**, donc, l'outil qui a été utilisé, il est clair, il est efficace dans le sens que j'ai de l'information dessus puis que je la comprends bien et rapidement.

Ainsi, comme le montrent les critères d'évaluation, l'objet de l'exercice porte sur l'utilisation d'une grille pour l'évaluation d'une communication orale utilisant un support.

Pour sa part, si S1 a annoncé qu'il voulait mobiliser la compétence à travailler en équipe (la coopération), il n'en a pas fait un objet d'apprentissage direct. Cette mobilisation s'est concrétisée indirectement dans son organisation du travail des élèves en classe.

#### *4.1.2. Le temps consacré aux différents apprentissages selon leur statut*

Si nous ajoutons le statut des savoirs traités dans les projets, nous pouvons dégager d'autres constats que nous mettrons en relation avec ceux évoqués ci-dessus pour approfondir l'analyse. En effet, le fait que le savoir soit nouveau ou vu antérieurement et réutilisé dans le projet apporte d'autres éléments d'éclairage.

La figure 13 présente une compilation des résultats associés à cette analyse. Soulignons que dans cette figure nous ne distinguerons pas dans les savoirs conceptuels ce qui relève des concepts et ce qui relève simplement du vocabulaire, du moment que les apprentissages renvoient à ce qui est prescrit dans le programme. Il en est de même pour les habiletés, les techniques et les démarches qui sont regroupées dans une grande catégorie générique nommée savoir-faire.



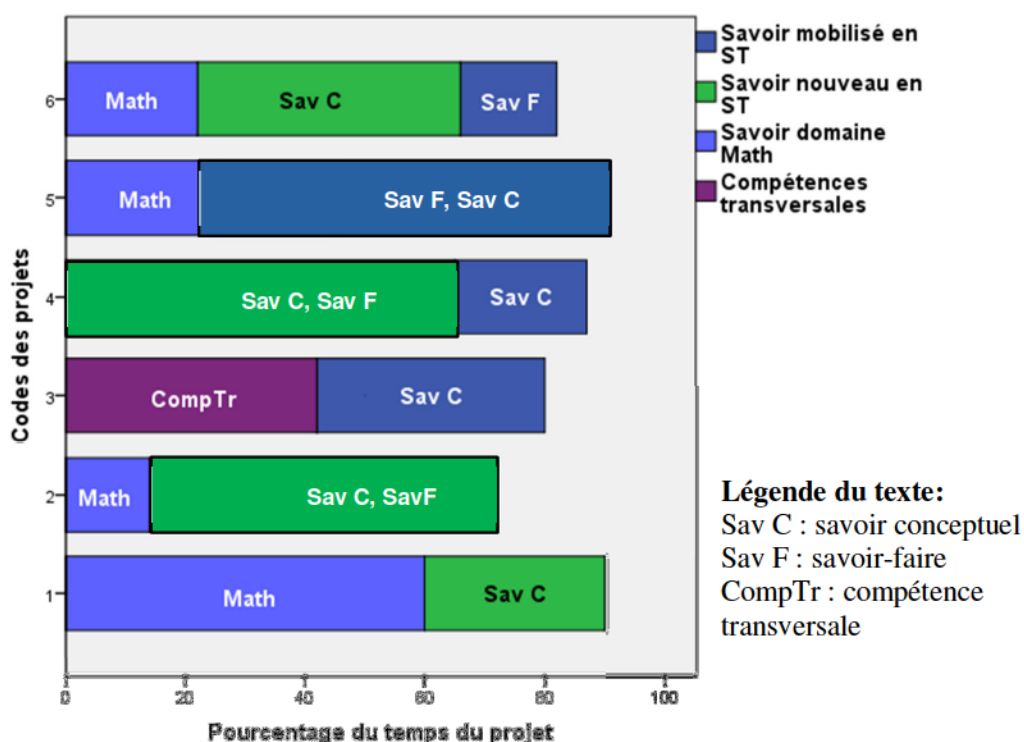


Figure 13- Temps accordé aux différents objets traités en fonction de leur statut

Si dans la majorité des projets (4/6), des savoirs nouveaux ont été traités (bandes vertes), on peut noter que dans seulement trois projets (P2, P4, P6), 50 % et plus du temps total du projet a été consacré à ces savoirs.

On peut également remarquer que dans cinq projets sur six (P1, P2, P3, P5 et P6), les enseignants ont non seulement consacré respectivement 60 %, 14 %, 42 %, 25 %, et 22 % du temps total de leurs projets pour traiter des objets qui ne relèvent pas spécifiquement de l'enseignement des ST, mais également qu'ils ont déjà fait l'objet d'apprentissage antérieurement. Plusieurs raisons peuvent expliquer ce constat.

La première serait liée à la nature du sujet traité qui nécessite parfois le recours à des savoirs mathématiques. Cela s'est produit dans les cas de S1, S2, S5 et S6. Ainsi, S6 a consacré 22 % du temps du projet au tracé des diagrammes représentant le dénombrement des espèces en vue d'amener les élèves à prendre

conscience de la variation des populations. Pour sa part, à la question sur les savoirs mobilisés, S5 précise :

C'est sûr qu'il y a une partie mathématique qui va être jointe à tout ça, qui va être au niveau de l'analyse des données qu'ils ont eu aujourd'hui. Donc toute l'analyse mathématique **devra être vue préalablement**. (S5 en entrevue)

Dans sa description de la période, il annonce :

[...] les élèves vont devoir transposer leurs résultats dans un graphique. Par la suite, analyser ce graphique-là pour en venir à la conclusion qu'il y a deux variantes à la pression [...]. (S5 en entrevue)

Comme S5 vise la modélisation mathématique de la relation entre la pression, la force appliquée et la surface de contact, les habiletés mathématiques de l'ordre du tracé et de l'analyse des graphiques sont essentielles dans son projet.

La même explication peut être appliquée au cas de S1, mais à une différence près. En fait, rappelons que c'est S1 qui a consacré le plus de temps (60 %) à des savoirs mathématiques. Il présente les notions mathématiques suivantes :

Les élèves vont devoir maîtriser les notions relatives aux grands nombres. Donc, ils vont devoir transférer des millions de kilomètres en centimètres avec la notation scientifique. Donc, ils vont travailler avec ça en début de période et ensuite de ça, ils vont devoir **réinvestir leurs connaissances sur les proportions** pour être capables de trouver une échelle pour réduire la taille du système solaire. En fait, **c'est un réinvestissement parce que ce sont des contenus qu'ils ont déjà vus**. (S1 en entrevue)

Or, il faut également considérer que dans le cas de cet enseignant, le développement de la compétence, *résoudre un problème*, est également visée :

Ce que je veux qu'ils (les élèves) développent principalement comme compétence c'est **d'être capables de résoudre des problèmes** parce qu'ils vont arriver à un moment donné où ils vont se cogner le nez et ils vont se rendre compte qu'ils ne peuvent pas utiliser la même échelle pour les distances entre les planètes et les diamètres des planètes. [...] Donc, évidemment, ils vont... ils devraient avoir les capacités et les habiletés pour travailler avec les proportions, faire une règle de trois. Donc, c'est sûr qu'à la fin de la période les élèves doivent être capables de faire ça,

mais normalement ils sont déjà capables de faire ça. [...], **mais ça n'a pas rapport avec les contenus.** (S1 en entrevue)

Remarquons que cet enseignant précise bien que la compétence visée (*résoudre des problèmes*) est dissociée du contenu en jeu (deuxième extrait en gras). En fait, l'obstacle auquel les élèves feraient face est d'ordre mathématique, car ils ne penseraient pas naturellement à l'utilisation d'une double échelle sur un même graphique. Comme l'enseignant a anticipé cette difficulté, deux possibilités peuvent expliquer ses propos :

- 1) Considérant qu'il a mis en œuvre un projet de nature interdisciplinaire en collaboration avec un collègue enseignant de mathématiques qui a pris en charge le rappel des notions mathématiques lorsque les élèves le demandaient, la première compétence disciplinaire du programme de mathématiques est volontairement visée : elle est l'objet principal de l'activité. Les données ne nous permettent pas de confirmer cette possibilité considérant que l'enseignant de mathématiques n'était pas concerné directement par le recueil des données.
- 2) L'enseignant vise le développement de la compétence transversale, *résoudre un problème*, à travers une situation mathématique. L'enseignant a donc un double objectif : faire des liens entre les disciplines de sciences et mathématiques et développer en même temps la compétence transversale en question.

Peu importe l'explication possible, si on considère les visées qu'il annonce et le déroulement du projet, on retient que la majorité du temps total du projet (60 %) soit consacré au développement d'une compétence transversale ou à la mise en œuvre de l'interdisciplinarité ou à la consolidation de notions mathématiques déjà vues dans le cours de mathématiques. Mais, ce qui retient notre attention, c'est le fait qu'à la différence des autres projets, les notions convoquées n'ont pas servi pour les contenus scientifiques visés par l'enseignant. Autrement dit, le projet d'une durée de trois périodes aurait pu se terminer après seulement une période sans rien changer aux intentions visées en sciences. Cependant, les deux autres périodes consacrées aux

notions mathématiques étaient nécessaires à la réalisation du produit attendu. En fait, les notions scientifiques en question dans ce projet ont simplement servi pour situer celles en mathématiques, ce qui revient à dire que dans le cas de cet enseignant, le projet qualifié de scientifique a servi comme contexte pour l'enseignement des mathématiques.

Quant à S3 qui vise le développement d'une compétence transversale, il a consacré une activité au travail sur l'élaboration d'un échéancier qui a duré environ 18 % du temps total du projet. Il explique les raisons qui sous-tendent son choix d'en faire un objet d'apprentissage :

[...] ce n'est pas des compétences disciplinaires. Une sensibilisation qui est déjà faite en géologie aussi dès le début de l'année. Planifier et faire un échéancier puis être sûr d'arriver dans le temps là. (S3 en entrevue) Je leur (les élèves) laisse le champ libre dans le sens que je n'oblige pas à commencer par telle partie, je les laisse aller un peu parce que j'essaie de faire un peu de différenciation, c'est-à-dire qu'il y a des élèves qui vont commencer à dessiner tout de suite un croquis de leur animal. Il y en a d'autres qui vont préférer décrire l'habitat en premier. Donc, j'ai décidé de les laisser aller là-dedans aujourd'hui, plus autonomes. (S3 en entrevue)

La différenciation de l'enseignement ainsi que l'autonomie de l'élève semblent figurer parmi les préoccupations de cet enseignant. Il précise en ce sens, qu'outre l'activité portant sur l'élaboration de l'échéancier qui a eu lieu au début du projet, il a laissé le choix aux élèves de s'organiser librement durant tout le projet :

[...] contrairement à d'habitude où c'est le prof qui décide de ... bon bien, vous allez faire ça au cours 1, ça au cours 2, ça au cours 3, ça au cours 4... Là, c'était à eux à faire eux-mêmes leur échéancier parce qu'on essayait de les laisser aller plus librement [...] Donc, au lieu de leur imposer une façon de faire, on les a laissés plus libres. (S3 en entrevue)

Si on se centre maintenant uniquement sur le statut de chaque thème dans le projet en faisant abstraction de la nature des objets traités en classe (tous les apprentissages annoncés), on peut représenter la figure antécédente sous une nouvelle forme (figure 14)

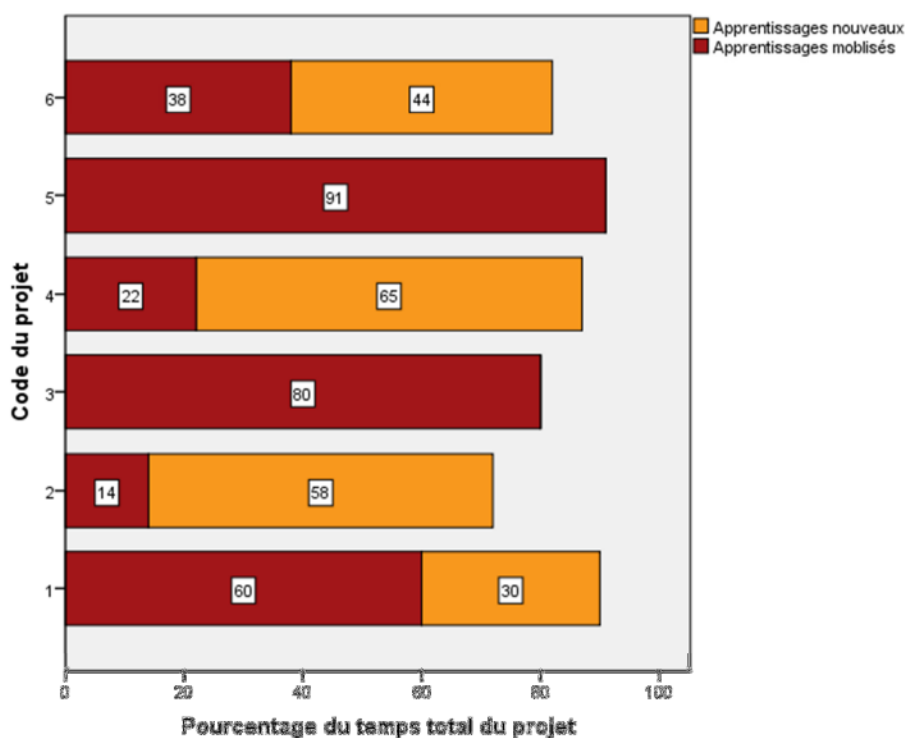


Figure 14- Temps consacré aux apprentissages en fonction de leur statut

La figure met en évidence que S1 (60 % du temps du projet), S3 (100 %) et S5 (100 %) ont consacré la majorité du temps à des objets d'apprentissage vus auparavant.

Dans la moitié des cas (P2, P4 et P6), les enseignants ont visé l'apprentissage de contenus disciplinaires nouveaux, et ce, même si dans ces projets, ils ont accordé une place également à l'évaluation. Rappelons que si S1 s'inscrit dans cette tendance, il ne faut pas perdre de vue le fait que le contenu nouveau est de l'ordre du vocabulaire scientifique et dans une perspective évaluative également.

Pour compléter l'analyse de ces résultats et avoir une idée plus fine des intentions des enseignants, nous avons repéré les indices portant sur l'évaluation dans l'ensemble des données, dont celles issues des entrevues et du discours de la classe. Les extraits suivants illustrent ces traces :



[...] je vais aller **évaluer s'ils sont capables de bien communiquer**. Parce qu'ils vont devoir synthétiser l'information. Je vais les laisser juger par eux-mêmes, parce que cela me permet d'aller **évaluer ce qu'ils sont capables de sélectionner comme information, puis s'ils sont capables de juger aussi de la pertinence des informations**. (S1 en entrevue)

Bien, je veux **évaluer la troisième compétence, la communication** pour voir s'ils sont capables **d'interpréter les messages**. Quand ils vont regarder sur Internet, je veux voir s'ils vont être capables d'interpréter et de **trouver les bonnes réponses**. (S2 en entrevue)

S4 s'adressant à l'ensemble de la classe :

**Compétences qu'on va évaluer. On évalue la deux et la trois** (l'enseignant parle des compétences C2 et C3). Tout le monde, vous allez écrire votre nom sur le fascicule immédiatement. (P laisse une minute aux élèves pour écrire leur nom.) Super, on tourne la page. (S4 en classe)

[...] Donc ça, ce sont des savoirs qui devraient être déjà acquis puisque c'est une **situation d'évaluation pour mathématiques et sciences**. (S5)

En classe, S5 en réponse à la question d'un élève précise qu'en sciences ce sont les compétences C1 et C3 qui sont évaluées dans le cadre du projet.

Notre analyse montre que l'évaluation fait partie de tous les projets. Toutefois, celle-ci porte sur différents objets. Le tableau 21 situe la place de l'évaluation dans sa relation aux objets d'apprentissage dans chacun des projets.

## 5. EN SYNTHÈSE

En considérant l'analyse précédente qui tient compte des intentions d'apprentissage (savoirs et thèmes visés) et d'évaluation déclarées et de leur mise en œuvre en classe, quatre cas de figures ont été observés, et ils reflètent différentes façons de la prise en charge des savoirs disciplinaires dans le cadre de l'EPP :

- 1) Le thème est vu antérieurement et mobilisé dans le projet dans une visée d'évaluation.
- 2) Le thème est vu antérieurement, il est mobilisé dans le cadre du projet, mais sans faire l'objet d'évaluation.

3) Le thème est abordé dans le projet pour la première fois et l'enseignant prévoit une évaluation au cours ou à la fin du projet.

4) Le thème est abordé pour la première fois, mais ne fait pas l'objet d'une évaluation.

Dans le cas des compétences disciplinaires et transversales, considérant la nature de celles-ci et le nombre réduit d'informations dont nous disposons à ce sujet, deux modalités de leur prise en charge ont été observées : la compétence visée est soit l'objet d'une évaluation ou soit l'objet d'un développement.

En appliquant ces possibilités sur l'ensemble des apprentissages visés, le tableau 21 présente une synthèse des intentions annoncées et le traitement réservé à chaque objet cité. La première colonne rappelle pour chaque projet, les thèmes abordés. La deuxième indique le temps du projet consacré aux thèmes en question. La troisième indique le statut de chaque thème ainsi que l'intention de l'enseignant du point de vue de l'évaluation. Les quatrième et cinquième colonnes présentent respectivement les compétences disciplinaires et transversales indiquées par l'enseignant. Pour faciliter visuellement la lecture du tableau, nous avons utilisé les codes suivants :

- Une case en vert indique que le thème lié aux contenus propres aux ST a été abordé pour la première fois dans le projet. Si le contenu en question a fait l'objet d'une évaluation, les deux premières lettres du mot évaluation (Ev) sont inscrites dans la même case. Notons que cette règle reste valable quel que soit l'objet d'une case ou sa couleur.
- Une case est grise si le thème porte sur des contenus propres aux ST, mais ceux-ci sont vus antérieurement.
- Une case est noire si le thème abordé renvoie à des savoirs mathématiques ou à des compétences transversales.

- Dans le cas d'une compétence (disciplinaire ou transversale), nous indiquons par la lettre D le cas où elle a été intentionnellement travaillée par l'enseignant, mais sans faire l'objet d'évaluation.

Tableaux 21<sup>64</sup> - Objets abordés dans les projets et leur traitement du point de vue des intentions déclarées

	Les objets visés et les thèmes traités	T (%)	SD	CD	CT
<b>P1</b>	<b>Univers Terre et Espace</b> (vocabulaire scientifique entourant le système solaire)	30	Ev	Ev(C3)	Résoudre un problème (D) Coopérer (D)
	<b>Mathématiques</b>	60	?		
<b>P2</b>	<b>Univers technologique</b> Cahier des charges (16 %); élaboration d'une solution qui tient compte des contraintes (18 %); mise en œuvre de la solution retenue en utilisant le matériel disponible en classe (10 %)]	44	Ev	Ev(C3)	-
	<b>Univers vivant</b> (facteurs et agents de dissémination des graines)	14	Ev		
	<b>Mathématiques</b>	14	Ev		
<b>P3</b>	<b>Univers vivant</b> : caractéristiques physiques et comportementales d'un animal	38		Ev(C3)	Se donner des méthodes de travail efficaces (D)
	<b>Compétence transversale</b> , <i>se donner des méthodes de travail efficaces</i> (18 %); réalisation d'une affiche ou une maquette ou une présentation <i>PowerPoint</i> (24 %)	42			
<b>P4</b>	<b>Univers Terre et Espace</b> (la tectonique des plaques)	65	Ev	Ev(C2)	-
	<b>Univers technologique</b> : effets des forces	22	Ev	Ev(C3)	
<b>P5</b>	<b>Élaboration d'un protocole expérimental</b> <b>Mise en œuvre des expérimentations</b>	66		Ev(C1) Ev(C3)	-
	<b>Mathématiques</b>		?		
	<b>Univers technologique</b> Dessin technique d'un plan de raquette	25			
<b>P6</b>	<b>Univers vivant</b> Caractéristiques alimentaires des vivants	60		Ev(C3)	-
	<b>Mathématiques</b>	22			

64 Légende du tableau : (T): temps; SD : Savoir disciplinaire; CD : Compétence disciplinaire; CT : Compétence transversale; ? : l'enseignant dit ignorer les intentions de son collègue concernant l'évaluation.

Comme le montre l'ensemble des résultats, les savoirs (contenus) visés ne sont pas abordés de la même manière ni pour les mêmes raisons. Certains constats peuvent être rappelés à la lumière de ces résultats.

Si tous les enseignants disent viser des compétences disciplinaires, on constate que c'est plutôt dans une perspective d'évaluation qu'elles ont été considérées. Notons que dans le cas de S5, le projet a entièrement été consacré à cette fin, comme il le précise au début de la séquence d'enseignement « Bien en fait, c'est une SÉ, c'est une situation d'évaluation qui devrait en principe durer quatre périodes [...] ». (S5 en entrevue)

De plus, on peut noter également que c'est la compétence de communication qui a été prise en considération et évaluée dans l'ensemble des projets. Seuls S5 a aussi visé la première compétence disciplinaire reliée aux démarches scientifiques et technologiques (C1) et S4, la compétence reliée à la conceptualisation.

À l'inverse, c'est dans une perspective de leur développement que les compétences transversales ont été abordées. Notons aussi, que ce développement a été l'objet premier dans des tâches prévues à cet effet pour deux enseignants (S1 et S3).

En ce qui concerne les liens entre les disciplines, quatre enseignants sur six ont fait des liens entre les sciences et les mathématiques et un a évoqué les arts plastiques. Comme nous l'avons vu, si certains savoir-faire mathématiques sont nécessaires pour le déroulement du projet, le cas de S1 est évocateur au regard de la nature de ces liens. En effet, rappelons d'abord que cet enseignant a dit vouloir amener ses élèves à découvrir le vocabulaire scientifique (en lien avec le système solaire). Rappelons également qu'il a consacré 60 % du temps du projet à des notions mathématiques, déjà étudiées dans les cours de mathématique, mais qui apportent peu aux savoirs scientifiques visés.

## 6. LES CARACTÉRISTIQUES ASSOCIÉES À L'ENSEIGNEMENT PAR PROJETS

Comme expliqué dans la section de la méthodologie, pour reconstituer cet axe, nous avons eu recours à deux types d'analyse. Le premier consiste à analyser uniquement le discours des enseignants avant la mise en œuvre de chaque séance d'enseignement (entrevue pré enregistrement). Dans le deuxième, nous avons combiné les données de l'entrevue pré et les



données des enregistrements vidéo en classe. Dans cette section, nous présentons les résultats de l'analyse du premier type de données.

Le corpus considéré ici provient d'une part, des réponses aux questions suivantes :

*D'une manière générale, pour vous, qu'est-ce qui caractérise l'approche par projets?*

*Pourquoi vous avez choisi de recourir à cette approche pour l'enseignement des contenus visés?*

Et d'autre part, des réponses aux autres questions qui concernent le déroulement de la séquence d'enseignement :

*Pourriez-vous nous décrire le déroulement de chaque période, en précisant vos principales tâches et les tâches que les élèves auront à réaliser en lien avec les apprentissages visés?*

*Vous venez de nous décrire de manière détaillée les périodes qui seront enregistrées. Maintenant, pouvez-vous nous dire comment ces périodes s'inscrivent dans l'ensemble de la SAE? Pour répondre à cette question, nous vous demandons d'expliquer le lien entre les périodes que vous venez de décrire et les autres périodes qui composent la SAE.*

*Est-ce que vous faites appel à des démarches ou à des manières de faire qui sont propres aux sciences et technologies?*

*Si oui, lesquelles?*

### **6.1. Les caractéristiques de l'EPP : portrait général**

L'objectif de cette section est de présenter les résultats concernant les caractéristiques de l'EPP retenues par les enseignants. Comme nous l'avons précisé dans le chapitre de la méthodologie, nous distinguons les caractéristiques énoncées lors de l'entrevue en réponse à la question posée explicitement sur l'EPP de celles dégagées de l'analyse des pratiques des enseignants (la description du déroulement de la séquence d'enseignement et l'observation du déroulement de celle-ci). Le tableau 22 présente les résultats de cette analyse. Lorsqu'une caractéristique est présente aussi bien dans les réponses à l'entrevue pré que dans la pratique observée, elle est indiquée en gris dans le tableau.

Tableau 22  
Caractéristiques dégagées du discours des enseignants

	S1	S2	S3	S4	S5	S6
Le projet commence par une situation de départ qui présente une mise en contexte et/ou un problème ou un besoin	X	X	X	X	X	X
Le projet implique le recours à des activités de recherche ou de résolution de problèmes	X	X	X	X	X	X
Le projet est orienté par un fil directeur (un produit final, une question ou un problème de recherche, un thème du programme)	X	X	X	X	X	X
Le projet s'étale sur plusieurs périodes	X	X	X	X	X	X
Le projet fait appel à des contenus du programme qui peuvent être vus antérieurement et/ou nouveaux	X	X	X	X	X	X
Le projet fait appel à des liens entre deux disciplines ou plus	X	X			X	X
Le projet implique la collaboration entre enseignants et d'autres acteurs du personnel enseignant ou de la communauté en général	X	X	X	X	X	X
Le projet implique une organisation du travail en classe majoritairement en équipe	X	X	X	X	X	X
Le projet peut faire appel à des démarches scientifiques et technologiques		X			X	X

Le premier constat à noter est que le discours explicite des enseignants (lorsqu'on leur demande leurs définitions de l'EPP en général) (les cases en gris) tend vers les mêmes caractéristiques. Ce sont globalement les caractéristiques habituellement associées à l'EPP dans les écrits scientifiques comme approche pédagogique générale sans la prise en considération de ses spécificités dans l'enseignement des ST.

- La situation de départ et ses caractéristiques

Pour l'ensemble des enseignants, l'EPP se caractérise par la présence d'une situation de départ. Bien que limité, le discours des enseignants permet de dégager certains indices relativement à la nature des situations de départ comme le montrent les extraits suivants :

C'est de les mettre en situation **réelle**. (S4)

Se rapprocher du **vécu** des élèves. Utiliser des choses **concrètes, vraies**, c'est assez ça (S5)

Cette situation permet, pour les enseignants, de présenter un problème ou d'identifier un besoin :

Bien, d'abord et avant tout, on a une question, **un problème à résoudre**, une question de départ [...] ils (les élèves) ont un défi [...] Donc, ils vont devoir résoudre ce problème-là. (S1)

C'est qu'on part **d'une situation initiale avec un problème complexe**, puis les élèves, au fur et à mesure de la situation, vont être amenés à résoudre ce problème-là. (S5)

[...] C'est de **présenter un problème** aux élèves [...] Pour **résoudre ce problème-là**, il va falloir qu'ils apprennent de nouvelles choses, puis qu'ils mettent aussi en branle des éléments qu'ils ont déjà vus [...]. (S6)

Comme le montrent les passages soulignés des extraits, les sujets réfèrent également à la résolution de problèmes ou d'activités de recherche selon les caractéristiques de la situation de départ.

C'est au moment de la présentation de cette situation en classe que certains enseignants disent préciser leurs attentes aux élèves, comme l'illustrent les extraits suivants :

Dans un premier lieu, je distribue la situation. Je prends le temps avec eux de regarder le problème et à quoi on s'attend. Moi j'explique, à quoi je m'attends comme résultat à la fin. (S5)

Un fil directeur qui oriente le projet, et qui se traduit sous différentes formes.

Les sujets caractérisent également l'EPP par un ensemble d'activités orientées par un fil directeur. Ce sont les manières opérationnelles de traduire ce fil directeur qui varient d'un projet à l'autre.

- Le projet est orienté par la réalisation d'un produit final

Cette caractéristique, que permettent d'illustrer les extraits suivants, se retrouve chez la majorité des sujets (4/6) :

Ok, ce qui caractérise l'approche par projets, bon bien premièrement il faut qu'il y ait **une réalisation à la fin**. Absolument. Une réalisation concrète. Donc, soit une affiche, soit une maquette, soit peu importe. (S1)

Ils (les élèves) doivent faire **une production**. (S2)

Ils (les élèves) doivent faire une affiche ou une maquette ou peut-être une présentation *PowerPoint*. (S3)

C'est une approche par projets oui, parce qu'ils (les élèves) doivent **produire quelque chose**. (S5)

Ce résultat est prévisible dans la mesure où généralement la réalisation d'un produit est la caractéristique la plus associée à l'EPP. Toutefois, dans le discours de deux autres sujets (S4 et S6), nous n'avons retrouvé aucune référence à un produit ni dans leurs définitions ni dans leurs descriptions des déroulements des projets mis en œuvre, comme en témoignent les définitions suivantes qu'ils donnent de l'EPP :

[...] L'approche par projets, c'est qu'il y a souvent **un sujet qu'on veut étudier** [...] on essaie de faire le tour de ce sujet. De ce sujet, on structure un peu comme si on partait d'un os puis qu'on met la chair autour. (S4)

[...] C'est de présenter un problème aux élèves où **ils connaissent déjà des choses, mais il y a des choses qui leur sont inconnues**. Pour résoudre ce problème-là, il va falloir qu'ils apprennent de nouvelles choses, puis qu'ils mettent aussi en branle des éléments qu'ils ont déjà vus [...] Puis, en faisant un problème général qui englobe plusieurs concepts que je veux leur faire voir, c'est souvent plus stimulant [...].(S6)

Si les propos de ces enseignants semblent rapprochés en ce sens que dans les deux cas, le projet implique l'apprentissage de nouvelles notions et/ou la mobilisation d'autres déjà étudiées (passages en gras des extraits), la manière d'évoquer le processus de structuration du projet diffère quant à elle (parties soulignées).

En effet, dans le cas de S4, c'est un thème intégrateur de différents contenus du programme qui a orienté son projet (le thème de la tectonique des plaques). Or, comme le montre l'extrait souligné, pour cet enseignant, un projet se définit par l'idée de l'intégration d'un

ensemble de contenus orientés par un sujet (le voyage géologique vers des destinations actives sur le plan sismique et volcanique). D'ailleurs, cette caractéristique est centrale<sup>65</sup> dans sa définition de l'EPP.

Pour S6, le texte de la mise en situation et l'observation en classe montrent d'une part, que c'est un problème de recherche qui oriente le déroulement de son projet. C'est sur ce plan que sa vision du projet se distingue de celle de S4. Autrement dit, outre les contenus disciplinaires communs aux deux, l'organisation de l'ensemble des activités autour d'un problème caractérise l'EPP aux yeux de S6.

- Le recours aux contenus disciplinaires inscrits au programme

Comme nous l'avons souligné plus haut, dans la majorité des situations d'enseignement observées (4/6), les sujets ont abordé des savoirs nouveaux pour la première fois en plus de faire appel à d'autres vus antérieurement :

[...] Pour que cela fonctionne bien, il faut qu'ils (les élèves) aient réduit avec deux échelles. (S1)

[...] les élèves n'ont jamais entendu parler du cahier des charges. Donc, on va en discuter de ça ensemble. [...] Ensuite de ça, on va parler des adaptations [...]. (S2)

[...] ils (les élèves) vont décrire leur animal, donc décrire l'habitat et expliquer les différentes adaptations. (S3)

[...] ce que je veux leur montrer, c'est vraiment à partir de deux acétates que je montre une après l'autre, que les séismes et les volcans se répartissent aux mêmes endroits au niveau des plaques tectoniques [...]. (S4)

[...] Et là, pour se fabriquer des raquettes, il faut qu'ils comprennent le phénomène de la pression. (S5)

[...] il va falloir qu'ils apprennent de nouvelles choses, puis qu'ils mettent aussi en branle des éléments qu'ils ont déjà vus. (S6)

---

65 Bien que non considérée systématiquement, nous tenons compte dans certains cas de la fréquence d'apparition d'une caractéristique dans le discours d'un sujet lorsque celui-ci la mentionne plusieurs fois dans la même entrevue et dans des entrevues espacées dans le temps.



Si seulement les deux enseignants S4 et S6 réfèrent à la mobilisation ou à la construction de savoirs disciplinaires dans leurs définitions de l'EPP, il faut noter que dans l'ensemble des projets, les enseignants évoquent explicitement cette dimension dans leur discours sur la description des projets. Le fait que ces deux enseignants ont consacré la majorité du temps du projet à des contenus nouveaux (tectonique des plaques pour S4; l'habitat et la niche écologique pour S6) justifie probablement qu'ils caractérisent l'EPP par l'acquisition de connaissances.

- La durée du projet

La durée d'un projet ressort également comme une caractéristique inhérente à l'EPP. Ainsi, pour les enseignants, le projet est associé à des séquences d'enseignement qui s'étalent sur plusieurs périodes :

[...] ils (les élèves) ont quatre périodes incluant celle d'aujourd'hui pour inventer leur animal. (S3)

[...] puis ils (les élèves) ont plusieurs périodes pour résoudre le problème. (S6)

[...] elle (la SAE) va durer quatre périodes. (S5)

- Les liens entre deux disciplines ou plus :

Si certains enseignants ont mobilisé volontairement des savoirs issus d'autres domaines d'apprentissages (S1, S2, S4), seul S5 mentionne explicitement que l'EPP se caractérise par la dimension interdisciplinaire du projet. Dans le cas de cet enseignant, ce sont les mathématiques qui se prêtent le plus à ces liens. Pour lui, « les sciences et mathématiques, c'est le parfait mariage » (S5). L'extrait ci-dessous montre ses propos à ce sujet :

[...] aussi ce qui caractérise cette approche [...] c'est sûr qu'une participation très active des disciplines impliquées, que chacun apporte sa couleur au projet. (S5)

- La collaboration en classe entre élèves et entre enseignants et d'autres acteurs du personnel enseignant ou de la communauté en général :

Bien que toutes les tâches relatives aux apprentissages demandées aux élèves dans le cadre de ces projets se sont faites majoritairement en équipes (nous présenterons ultérieurement les temps consacrés au travail d'équipe dans chaque projet), on remarque, là encore, que c'est dans la description des projets qu'ils en font mention :

[...] Et ensuite de cela, on va former les équipes, aménager la classe et le travail d'équipe va commencer. (S1)

[...] les parties qui vont se faire en équipes, ça va être au niveau du laboratoire, recueillir les données. (S5)

Ce résultat peut s'expliquer, entre autres, par le fait que pour les enseignants, le travail d'équipe n'est pas le propre de l'EPP et en ce sens, à leurs yeux, il ne le caractérise pas.

Si seulement S5 caractérise lors de l'entrevue l'EPP par le recours à des collaborations entre enseignants de la même école, « [...] aussi ce qui caractérise cette approche, c'est un fort travail d'équipe (des enseignants) » (S5), il en est autrement dans la pratique : dans tous les projets, au moins une personne du personnel enseignant ou non enseignant est intervenue à un moment ou à un autre du projet à côté de l'enseignant responsable de la classe.

#### - Le recours à des démarches scientifiques et technologiques

Dans la moitié des projets, les enseignants (S2, S5 et S6) ont amené leurs élèves à utiliser des savoirs-faire à caractère scientifique ou technologique. De plus, le recours à ces derniers était directement engendré par la situation du projet (produit final pour S2 et S5; la résolution du problème de départ du projet pour S6). Les extraits suivants de la description par les enseignants du déroulement de leurs projets illustrent le recours à ces savoir-faire (les propos en gras sont des indicateurs) :

[...] ils vont poursuivre ou commencer à **dessiner leurs trois prototypes**. Pendant la deuxième période, ils vont avoir le temps de commencer à **fabriquer leurs prototypes**. Troisième période, c'est vraiment toute la période pour **la construction**. Puis, quatrième période, **ça c'est fabriquer, donc, la facture. Fabriquer la facture**, parce qu'ils vont devoir acheter le matériel qu'ils utilisent. Donc, fabriquer la facture et puis, **tester leurs dispositifs**. (S2)

[...] Et là, dans les premières périodes, ce qu'on veut faire, c'est qu'on veut faire ressortir les deux variantes de la pression, qui sont les forces appliquées et les aires de surface, en laboratoire. Qui vont nous amener à dessiner un graphique. Dans la troisième période, ça va être plus de l'analyse, et là on en vient à la formule que la pression est égale à la force divisée par l'aire de surface. Pour, à la quatrième période, arriver au dessin de la raquette. Donc en gros, en gros, c'est assez ça. (S5)

Pourtant, aucun de ces enseignants ne caractérise l'EPP par le recours à ces démarches dans sa définition de l'EPP. C'est l'analyse fine de l'ensemble de ces caractéristiques (deuxième niveau d'analyse) qui nous permettra d'avoir des éléments de réponse à ce constat. Il s'agit de croiser le discours des enseignants (en entrevues) avec l'observation des enregistrements en classe. Rappelons que cette mise en relation est considérée du point de vue des savoirs visés en ST.

## **6.2. Les caractéristiques de la situation de départ du projet**

Lors de la mise en œuvre des projets, tous les enseignants ont commencé par un moment nommé « mise en situation » dans leurs planifications écrites. Ils s'y réfèrent de différentes manières dans leurs discours des entrevues pré (mise en situation, mise en contexte ou tout simplement situation) :

Aujourd'hui, on va commencer par la mise en situation. (S2 en entrevue pré)

Dans le premier cours, il va y avoir une mise en situation qu'on va lire en grand groupe. (S4 en entrevue pré)

[...] Et donc, en début de période, je vais leur distribuer les documents et on va lire la mise en situation ensemble. (S1 en entrevue pré)

Dans un premier lieu, c'est sûr, je distribue la situation qu'on va lire ensemble. (S5 en entrevue pré)

Le texte de la mise en situation apparaît en effet à la première page du cahier du projet remis aux élèves et lu individuellement ou en grand groupe, et ce, au début de la première période de chacun des projets. Le tableau 23 regroupe ces mises en situation, telles que présentées aux élèves.

Tableau 23  
Mises en situation présentées aux élèves<sup>66</sup>

<b>P1 (3)</b> <sup>67</sup>	Un responsable d'un musée prépare une exposition sur notre système solaire pour des élèves du primaire. Il a besoin de toi pour concevoir une représentation visuelle de notre système solaire dans une pièce de 10 m de longueur par 5 m hauteur.
<b>P2(4)</b>	Monsieur Tardif, possède plusieurs acres de terre. Il cultive plusieurs variétés de fruits et de légumes. À la suite des pressions gouvernementales pour diminuer les gaz à effet de serre, il se demande comment il pourrait rendre sa production plus propre. Une équipe de chercheurs en environnement travaille actuellement dans le but de trouver un autre moyen pour semer les champs de monsieur Tardif sans utiliser les tracteurs qui sont très polluants. Cette équipe a décidé de faire appel à ton imagination. En respectant les consignes du cahier de charges, élabore un dispositif de dispersion des semences.
<b>P3(4)</b> <sup>68</sup>	L'élève doit inventer un animal et le représenter sur une affiche, une maquette ou une présentation <i>Powerpoint</i> . Il doit tenir compte de trois contraintes pigées au hasard : A) le type d'écosystème; B) le régime alimentaire et C) le mode de déplacement.
<b>P4(5)</b>	Un voyage scientifique s'organise à l'école en collaboration avec des géologues de la région. Tu auras le choix entre deux endroits où il y a un volcan actif. En plus, tu devras choisir deux autres lieux où l'activité sismique est présente. Dans le document de l'élève, la section intitulée mise en situation est suivie de coupures de presse portant sur des tremblements de terre qui ont eu lieu, dont celui d'Haïti.
<b>P5(4)</b>	Pour la fin de semaine, toi et tes amis avez loué un refuge situé en pleine forêt. Une tempête vous surprend. Vous en profitez pour rester au chaud. Le dimanche, vous devez quitter, mais le sentier est complètement recouvert d'au moins 1 mètre de neige. Vous êtes pris. Un de tes amis propose de fabriquer des raquettes. Vous trouvez l'idée intéressante surtout que dans le refuge une panoplie de matériaux pouvant servir à la fabrication de vos raquettes est disponible.
<b>P6(4)</b>	Lors d'une visite dans la forêt, les biologistes ont fait des observations il y a 6 ans. Ils ont pu dénombrer plusieurs végétaux et animaux habitant ce milieu. Ils retournent voir l'évolution de ce milieu. À leur grande surprise, ils observent plusieurs changements. Ta tâche sera d'analyser le milieu étudié en 2002 et le même milieu étudié en 2008 afin de bien comprendre la composition du milieu, les interrelations entre les vivants et les changements possibles. Comme tu ne peux pas aller sur le terrain, des affiches représentant le milieu te sont présentées : le milieu en 2002 avec des animaux et des végétaux et le milieu en 2008 qui représente le même milieu, mais 6 ans plus tard.

66 Les mises en situation ont été légèrement retouchées pour garder l'anonymat.

67 Le chiffre entre parenthèses rappelle le nombre de périodes pour chaque projet.

68 Dans ce projet, l'enseignant a présenté la mise en situation oralement. Le texte qui la décrit est notre reconstitution.



Les énoncés des mises en situation montrent qu'à l'exception d'un seul projet (P3), les situations de départ sont dans l'ensemble reliées à la vie à l'extérieur de l'école. Toutefois, ce lien se décline de différentes manières. Pour certains enseignants, les projets s'inspirent de situations authentiques, pour d'autres, elles sont imaginaires. Mais dans tous les cas, les projets proposent aux élèves des jeux de rôles qui les amènent à interpréter certains personnages dans une situation hypothétique reliée à la vie hors de l'école. Le tableau 24 synthétise les jeux de rôle proposés aux élèves ainsi que les références sociales convoquées dans les projets.

Tableau 24  
Éléments de mises en situations et références sociales utilisés dans les projets

	<b>Rôle fictif interprété par l'élève</b>	<b>Références sociales convoquées en classe par l'enseignant</b>
P1	Consultant astronome	Pratiques des employés d'un musée
P2	Ingénieur	Pratiques des chercheurs en environnement et en génie Causes de la pollution atmosphérique
P3	-	-
P4	Géologue	Pratiques des géologues Effets sociaux d'une catastrophe naturelle
P5	Début du projet : personne aux prises avec un contretemps Designer industriel à la fin	Activités de l'hiver Pratiques des dessinateurs industriels
P6	Biologiste	Pratiques des biologistes

Ainsi, lorsqu'on considère les textes des mises en situation et le discours de l'enseignant en classe au moment de leur présentation, on peut dégager deux constats : a) certaines situations proposées renvoient plus ou moins explicitement aux pratiques des scientifiques et des technologues et aux métiers associés à ces domaines; b) certaines évoquent des préoccupations sociales.

#### 6.2.1. *Des situations qui évoquent les métiers associés aux sciences et technologies*

Comme le montre le tableau 24, dans la majorité des projets, ceux-ci, bien que fictifs réfèrent à des pratiques sociales qui rappellent les métiers des scientifiques et des technologues.



De plus, dans la moitié des projets (P2, P4 et P6), les enseignants ont soit évoqué explicitement des projets scientifiques réels ou ont échangé avec les élèves au sujet de certains métiers reliés aux sciences et technologies. Ainsi, l'enseignant S2 explique à ses élèves que la situation présentée s'inspire d'un projet authentique mené par des chercheurs dans une université québécoise :

(S2 en classe s'adressant aux élèves) :

Connaissez-vous la ferme BonneFraise en Estrie? Est-ce qu'il y a certains d'entre vous qui sont déjà allés cueillir des fraises là-bas? Ils font des fraises et des légumes. (Quelques élèves répondent par l'affirmative). Bon, monsieur Tardif, le propriétaire, fait partie de l'étude. Et c'est dans sa ferme que vont se faire les recherches. Les chercheurs de l'université, ce qu'ils ont pensé, en fait, ils ont eu l'idée de fabriquer des graines, vous savez, on parle souvent d'organismes génétiquement modifiés, là on ne parle pas de faire un OGM. Mais ils voudraient ajouter aux graines, si je prends par exemple un pois, ok? et j'ajoute un dispositif sur les graines pour pouvoir les répandre par le vent. Donc, les lâcher dans le vent et qu'ils se répandent dans le champ, sans passer par des tracteurs, par des tracteurs qui polluent, qui produisent du CO<sub>2</sub>. Ok? Ça c'est l'idée. Mais là, ça a l'air bien intelligent dit de même là, mais il faut trouver la façon de faire voler la petite graine. Et c'est ça le défi. Une façon de disperser les graines. (S2 en classe)

Dans le cas de P4, l'enseignant a échangé pendant sept minutes avec les élèves sur le métier du géologue :

P : Ok, donc on organise un voyage scientifique avec des géologues. Un géologue, qu'est-ce que ça fait dans la vie? (Des élèves lèvent les mains)

E3 : Il fait des prévisions sur les tremblements de terre.

P : Ok, donc il fait des prévisions sur les tremblements de terre. Est-ce qu'il peut faire d'autre chose un géologue? (P pointe un autre élève.)

E4 : Il prévoit l'avenir de la terre.

P : La quoi?

E4 : Les catastrophes naturelles.

P : Les risques naturels au niveau planétaire, au niveau terrestre, ok. Est-ce qu'il peut faire autre chose? Si je vous dis qu'un géologue ça construit des routes. Donc, un géologue, qu'est-ce que ça fait autre que prédire des séismes ou de prédire l'avenir à partir de la Terre? Qu'est-ce que ça peut faire d'autre? Je viens de vous donner un indice.

E : Ça, ça dessine des cartes.

P : Ça peut dessiner des cartes, mais ce n'est pas tout à fait ça.

E4 : Ben il construit des routes.

P : Donc, quand ils veulent construire une route, ils vont faire l'étude des roches qui sont présentes. Parce que s'il y a un marécage, on ne construit pas la route de la même façon. Donc un géologue va étudier les couches des roches, comment c'est constitué avant de bâtir. Puis je disais une route, mais ça peut être une ville, ça peut être un bâtiment. Avant de construire quoi que ce soit, on va s'assurer qu'on a un terrain qui est adéquat. Et s'il ne l'est pas, bien on assume les frais pour enlever ce qui n'est pas correct et mettre quelque chose qui va être plus solide. Bon, maintenant, on va commencer à lire le texte tout le monde ensemble (le texte s'intitule *La terre a tremblé en Haïti*). Donc, tout le monde en a entendu parler je crois d'Haïti. À moins que vous n'ayez pas la télévision que... même, même juste en venant à l'école, je suis sûr que vous en avez entendu parler énormément. Parce qu'il y a eu énormément de dégâts. (Elle pointe une élève pour commencer la lecture).

Pour sa part, S6 a également référé aux pratiques des biologistes lors de l'inventaire des populations d'un milieu :

Donc, si on regarde un petit peu la mise en situation de notre projet, on parle d'une visite en forêt. On sait que les biologistes, on en a parlé aussi dans le cours précédent, quand ils vont faire un inventaire, pour essayer de savoir c'est quoi la population des vivants qu'il peut y avoir, ils ne vont pas compter les individus un à la suite de l'autre [...]. (S6 en classe)

Pour les autres projets, on peut également noter des références à ces pratiques soit explicitement dans le texte des mises en situation (P1) ou soit dans l'introduction de la mise en situation en classe.

#### 6.2.2. Des situations qui renvoient à des préoccupations sociales

Outre le fait que dans la majorité des projets on a référé à des pratiques des scientifiques et des technologues, les situations présentées traduisent également des préoccupations sociales comme la sensibilisation aux enjeux environnementaux (P2) et à la pauvreté (P4). Ainsi, pour introduire le projet, S2 a échangé avec les élèves pendant cinq minutes au sujet de l'effet de serre et les solutions qui pourraient le réduire, comme le montre l'extrait suivant :

P : Vous êtes au courant de l'effet de serre, de la pollution. Ça vous dit quelque chose ça? C'est quoi donc l'effet de serre?

E1 : C'est l'effet d'un gaz.

P : Quelle sorte de gaz? Comment il s'appelle, ce gaz-là?

E2 : Hum, CO<sub>2</sub>?

P : Ok. Puis qu'est-ce que ça cause? Qu'est-ce que ça cause?

E2 : Le réchau... le réchauffement de la planète.

P : Donc, le CO<sub>2</sub> qui s'installe autour de la planète retient la chaleur et c'est ce qui fait que ça se réchauffe. Ok? Les chercheurs à l'université, dans différents domaines, ont voulu trouver une façon de réduire la pollution, donc l'émission de CO<sub>2</sub>. Connaissez-vous des façons de réduire les émissions de CO<sub>2</sub>?

E3 : Le transport en commun.

E4 : Ben, les voitures hybrides.

P : Les voitures hybrides.

E5 : Des conducteurs qui laissent tourner le moteur de l'auto quand il fait froid.

P : Ça, ça produit beaucoup de polluants, tu as raison. Il y a un autre endroit, un autre endroit auquel on ne pense pas parce qu'on n'est pas forcément concerné, mais avez-vous déjà pensé à tous les producteurs qui doivent semer leurs terres? Par exemple, on regarde les producteurs dans l'Ouest du Canada qui plantent par exemple, du blé. Ils ont des acres et des acres, des kilomètres, on en voit à l'infini là, tu regardes les champs puis à l'infini tu vois des champs, ils doivent semer chaque graine. Ils ne font pas ça à la main, comment ils font ça?

E2 : Avec une espèce de gros tracteur, un gros tracteur, là, avec des grosses patentes, qui a plein de graines dedans.

....

....

P : Mais justement, c'est pour enlever la libération du CO<sub>2</sub>. Ok? Ils (les chercheurs) ont cherché, essayé de trouver des idées, mais à un moment donné, les idées se développent, et à force de chercher, de parler avec d'autres, cela devient un projet. Donc vous, ça va être ça votre mission. Ça va être d'essayer de fabriquer un dispositif, vous allez l'inventer, pour essayer de disperser les graines.

Pour sa part, S4 a débuté le projet par la lecture d'une coupure de presse portant sur le désastre causé par le tremblement de terre à Haïti et a parlé des conditions difficiles auxquelles le

peuple haïtien fait face. D'ailleurs, à la question sur les raisons qui ont motivé son choix de recourir à ce projet, il répond que le contexte de l'actualité au moment du projet s'y prêtait (tremblement de terre à Haïti).

### 6.2.3. *Des situations qui présentent des problèmes*

Précisons que pour la reconstitution de cette dimension, nous avons combiné les intentions annoncées par les enseignants dans les planifications détaillées et lors des entrevues. Dans le présent paragraphe, nous présentons la partie qui rend compte des problèmes en jeu dans les projets.

Comme mentionné plus haut, la mise en situation est le moment retenu pour présenter le problème de départ du projet. Lorsqu'on examine les modalités de cette présentation, on note que dans l'ensemble des projets, celles-ci consistent en une lecture effectuée par l'élève ou par l'enseignant, individuellement ou collectivement, du texte de la mise en situation.

Le tableau 25 résume pour chaque projet : 1) les intentions annoncées par l'enseignant au regard des savoirs visés; 2) les situations de départ proposées aux élèves dans le cadre du projet et 3) les problèmes qui, du point de vue de l'enseignant, se poseront à l'élève lors de l'apprentissage des savoirs visés. De ce fait, la dernière colonne est notre reconstitution. Pour ce faire, nous nous appuyons sur le discours du sujet en entrevue ou en classe lorsqu'il anticipe ou évoque les difficultés portant sur les contenus en jeu, décrit les tâches des élèves, décrit les défis auxquels les élèves risquent d'être confrontés dans le cadre du projet.



Tableau 25  
Les problèmes traités dans les projets du point de vue de l'enseignant

P	Le problème de départ du projet	Les difficultés que risquent de rencontrer les élèves	Les intentions annoncées en lien avec les savoirs disciplinaires
P1	Représenter sur un schéma l'ordre des planètes, leurs dimensions et les distances qui les séparent	Repérer l'information pertinente à partir d'un document qui nécessite beaucoup de lecture Utiliser une double échelle sur un même schéma	Définir des termes utilisés en astronomie; nommer les planètes dans l'ordre; trouver leurs dimensions et les distances qui les séparent
P2	Déplacer un grain de café en utilisant le vent produit par un ventilateur en respectant des contraintes imposées	Trouver sur un site Internet, les types de dissémination des graines Prendre en considération l'ensemble des contraintes dans la solution retenue Représenter la solution sur un schéma Calculer le prix du dispositif	Comprendre la diversité et la nécessité des adaptations végétales  Comprendre la fonction et le fonctionnement du cahier des charges
P3	Inventer un animal à partir de trois contraintes pigées au hasard (l'habitat, modes d'alimentation et de locomotion)	Prendre en considération la complexité d'un habitat à partir de la lecture des fiches descriptives de chaque animal	Comprendre la complexité d'un habitat; distinguer les adaptations physiques de celles comportementales
P4	Après avoir pris connaissance du désastre causé par un séisme à Haïti, choisir deux destinations géologiques et les décrire en utilisant obligatoirement les concepts qui seront abordés durant le projet	Se représenter la situation à décrire et choisir un vocabulaire adéquat pour en rendre compte	Comprendre les principaux phénomènes associés aux mouvements des plaques tectoniques
P5	Imaginer un dispositif expérimental qui permet de trouver les dimensions d'une raquette adaptée au poids de son utilisateur Représenter la solution trouvée sur un dessin technique	Identifier les variables à considérer; trouver le dispositif expérimental; analyser les données; dégager la relation et l'appliquer sur son poids Représenter une solution technique en utilisant un langage conventionnel	Mettre en œuvre une démarche scientifique qui permet de modéliser la relation entre la pression, la force et la surface de contact Dessiner la solution technique représentant le plan de la raquette
P6	Expliquer d'un point de vue biologique la variation des populations d'une forêt mixte dont la population a varié entre 2002 et 2008	Mettre en relation les observations qui découlent de la réalisation des tâches inscrites dans le cahier de l'élève, pour arriver à une conclusion juste (la chaîne alimentaire)	Distinguer les différentes espèces d'un milieu; créer une chaîne alimentaire



Lorsqu'on considère les problèmes proposés dans les situations de départ d'un point de vue des savoirs scientifiques et technologiques, on remarque que pour le projet P1, cet enjeu est absent, ce que l'enseignant reconnaît d'ailleurs :

Le défi n'est pas tant scientifique que mathématique, parce qu'ils vont devoir, en mathématiques, découvrir qu'ils doivent utiliser deux échelles différentes pour réduire à la fois les diamètres des planètes et réduire les distances entre les planètes. (S1 en entrevue pré)

Bien qu'en apparence étonnant, comme nous l'avons déjà évoqué, ce constat est en cohérence avec les intentions explicites de l'enseignant. En effet, d'une part, S1 vise surtout l'acquisition du vocabulaire comme le rappelle l'extrait suivant de son discours :

Si à la fin de la période ils sont capables de nommer les planètes dans l'ordre, s'ils sont capables de définir dans leurs mots, système solaire, planète, étoile et satellite, pour moi l'objectif va avoir été atteint.

D'autre part, comme déjà souligné auparavant, l'enseignant visait également le développement de la compétence transversale de résolution de problème ainsi que l'évaluation de la compétence disciplinaire portant sur la communication (C3).

#### 6.2.4. *Des liens potentiels avec des questions scientifiques et technologiques, mais implicites*

Par ailleurs, si dans la majorité des projets (P2, P4, P5 et P6), les enseignants visent des savoirs conceptuels, on constate un écart entre certaines intentions rapportées par les enseignants dans la question correspondante de l'entrevue pré et les enjeux potentiels de savoirs véhiculés par les problèmes proposés aux élèves.

Ainsi, pour le projet P2, bien que l'enseignant dise viser le concept d'adaptation végétale, le problème posé relève surtout du domaine de la technologie, comme le montre l'extrait ci-dessous de l'échange en classe :

(Première période du projet après un échange avec les élèves au sujet de l'effet de serre et les différentes solutions possibles pour réduire l'émission du CO<sub>2</sub> dans le domaine de l'agriculture)

P : [...] Les chercheurs, ce qu'ils ont pensé, en fait, ils ont eu l'idée de fabriquer des graines, vous savez, on parle souvent d'organismes génétiquement modifiés, là on ne parle pas de faire un OGM. Mais ils voudraient ajouter aux graines, si je prends par exemple un pois, ok? et j'ajoute un dispositif sur les graines pour pouvoir les

répandre par le vent. Donc, les lâcher dans le vent et qu'ils se répandent dans le champ, sans passer par des tracteurs, par des tracteurs qui polluent, qui produisent du CO<sub>2</sub>. Ok? Ça c'est l'idée. Mais là, ça a l'air bien intelligent dit de même là, mais il faut trouver la façon de faire voler la petite graine. Et c'est ça le défi. Une façon de disperser les graines. Donc, ça va être ça votre mission. Ça va être d'essayer de fabriquer un dispositif, vous allez l'inventer, pour essayer de disperser les graines en respectant un cahier des charges. (S2 en classe)

Bien que la mise en situation évoque la dispersion des graines végétales par le vent, telle que présentée aux élèves, les savoirs abordés sont uniquement d'ordre factuel (certaines graines se dispersent par le vent). D'ailleurs, la diversité des moyens de reproduction et de dispersion des graines utilisés par les végétaux n'a été que légèrement abordée : la tâche choisie pour amener les élèves à prendre connaissance de la diversité des moyens de dissémination passe par la lecture d'un texte sur Wikipédia. Ce choix s'expliquerait par la visée d'évaluation poursuivie par l'enseignant, laquelle porte sur la compétence disciplinaire reliée à la communication. Cette analyse montre que le problème initial est proposé comme simple prétexte pour arriver à proposer le vent comme source d'énergie à prendre en considération dans le cahier des charges (considérer cette solution dans le dispositif technologique). On peut ainsi conclure que le problème de départ tel que proposé aux élèves ne présente aucun enjeu d'ordre scientifique, malgré le thème de la reproduction végétale et de la dissémination des graines.

Le projet P3 a une structure semblable. Les élèves doivent inventer un animal à partir de trois contraintes pigées au hasard (termes utilisés par l'enseignante). Pour chaque catégorie de contraintes, l'élève pige une option parmi celles présentées au tableau 26.

Tableau 26  
Listes des contraintes imposées dans le projet P3

<b>Types d'écosystème</b>	<b>Régime alimentaire</b>	<b>Déplacement</b>
1. Archipel d'îles tropicales	1. Oiseaux et petits mammifères	1. Saute
2. Océan Antarctique	2. Insectes	2. Marche et court
3. Banquise du pôle Nord	3. Écorce d'arbres	3. Nage
4. Canopée de la Forêt amazonienne	4. Plantes	4. Vole
5. Désert	5. Poissons	5. Creuse
6. Montagnes rocheuses	6. Végétaux et viande	6. Grimpe
7. Caverne		
8. Érablière		
9. Océan (Bahamas)		
10. Rivière à rapides		
11. Centre-ville de New York		
12. Marais		
13. Prairie africaine		
14. Galeries souterraines		

Les savoirs suivants sont annoncés par l'enseignant lors de l'entrevue :

Ils vont apprendre les adaptations physiques, les adaptations comportementales. Ils vont toucher à l'habitat, aux populations. Des notions d'évolution et puis c'est pas mal ça. Ah, reproduction sexuée. (S3)

Il souligne que les élèves seront confrontés aux enjeux suivants :

Je vous dirais peut-être plus la notion à quel point l'habitat ça comprend plein de choses. Ça, qu'ils comprennent ça. Puis il y a aussi de faire la différence entre l'adaptation physique puis l'adaptation comportementale.

Comme présenté, on pourrait supposer que le problème vise, à travers la lecture du dossier de presse contenant un ensemble d'informations sur les caractéristiques physiques et comportementales de quelques animaux, à conduire les élèves à réaliser qu'un type de pattes, de peau ou de dentition est adapté à un écosystème particulier. Or, si l'idée de la pige a une portée ludique pour l'élève, elle s'est transformée en obstacle didactique. En effet, la pige individualisée des caractéristiques de l'habitat, du mode d'alimentation et de locomotion de l'animal à inventer occulte l'idée de l'interdépendance des vivants véhiculée par les concepts d'adaptation et d'écosystème. D'ailleurs, la présentation des affiches des élèves produites à la fin de la séquence d'apprentissage montre que ceux-ci ont inventé des animaux insensés, ce qui à la limite, est pertinent si on considère les tâches qui leur ont été demandées. L'annexe 10, présente un

exemple d'animal inventé par une équipe de trois élèves, accompagné d'un résumé de leur présentation de ce dernier. De plus, constatant les difficultés des élèves à gérer la compatibilité des caractéristiques de l'animal à inventer, l'enseignant a dû présenter un exemple pour les aider. Il semble qu'ils ont simplement procédé par imitation pour « inventer » le leur.

Somme toute, pour les trois projets évoqués, les problèmes proposés aux élèves ne présentent aucun enjeu conceptuel. D'ailleurs, les propos de S1, en réponse à la question sur les difficultés qu'éprouvent les élèves dans le projet, montrent clairement, que les enjeux relèvent en réalité de problèmes de lecture et de recherche d'information :

[...] cela leur demande de lire beaucoup. Ce qui est, ce qui est difficile aujourd'hui, je pense, avec les élèves. Donc, ils doivent lire beaucoup, puis souvent ils veulent faire cela très rapidement et ils passent à côté d'informations pertinentes. (S1 en entrevue).

Dans le cas des projets P4 et P6, les problèmes à l'étude renvoient explicitement à des questions scientifiques (si on se réfère aux réponses des enseignants aux entrevues). Cependant, le discours des enseignants en lien avec le problème de départ du projet ainsi que l'observation du déroulement permettent de pointer des incohérences entre les intentions annoncées et les modalités d'intervention retenues.

Ainsi, l'intention énoncée par S4 est d'amener les élèves à comprendre un phénomène scientifique :

Je veux leur faire découvrir un phénomène naturel, puis qu'ils disent pourquoi à Haïti, il y a plus de séismes qu'ailleurs et pourquoi ils sont plus importants et plus dévastateurs. Et à partir de ça, essayer de comprendre le phénomène. Et non pas leur donner la matière et après ça, qu'ils fassent juste le réécrire. Moi, c'est ce que je voulais, c'est vraiment qu'ils comprennent pourquoi il y a des séismes dans le monde. (S4 en entrevue)

Mais lorsqu'on observe la manière d'introduire le problème en classe, on note que l'enseignant introduit la situation par un jeu de mots, et non par la problématisation du phénomène scientifique en question :

(Début de la période) P : Bon! Donc, *Voyage Coûte que Croûte*. D'habitude c'est coûte que coûte. Pourquoi vous pensez que j'ai choisi le titre *Coûte que Croûte*?

E1 : À cause de la croûte terrestre?



P : À cause de la croûte terrestre, bravo! Donc, la croûte terrestre, c'est ça qu'on va aller étudier. Ça fait partie du programme que vous avez à voir en secondaire 1. Donc, il faut étudier la croûte terrestre et les séismes et compagnies. Donc on organise un voyage scientifique avec des géologues. Un géologue, qu'est-ce que ça fait dans la vie?

(Après un échange avec les élèves de sept minutes autour du métier des géologues)

P : Bon, maintenant, on va commencer à lire le texte tout le monde ensemble (le texte s'intitule, *La terre a tremblé en Haïti*). Donc, tout le monde a entendu parler je crois d'Haïti. À moins que vous n'avez pas la télévision que... même, même juste en venant à l'école, je suis sûre que vous en avez entendu parler énormément. Parce qu'il y a eu énormément de dégâts. (Il pointe une élève pour commencer la lecture). (S4 en classe)

Si pour l'enseignant, la mise en situation présente un problème, on peut se demander comment l'élève se représente ce problème : où se situe-t-il? Est-ce dans l'ampleur des dégâts causés par le séisme? Est-ce dans la répétition des séismes?

Le problème est en fait d'ordre affectif (sensibilité au désastre en question), et il est susceptible d'amener l'élève à s'intéresser à ce que dira l'enseignant. D'ailleurs, à la question sur les raisons qui ont poussé l'enseignant pour retenir ce projet pour l'enseignement des savoirs visés, il répond : « le fait que les élèves, ça les a touchés, ça a touché beaucoup la population ». Ce constat pourrait s'expliquer par la conception que cet enseignant a de l'EPP. Rappelons que pour lui, un projet s'assimile à une situation ancrée dans la vie réelle qui permet d'aborder des contenus du programme. Tout se passe comme si le contexte du voyage géologique n'est qu'un prétexte pour aborder les savoirs visés.

Pour sa part, au début de la première période du projet, S6 lit aux élèves la mise en situation suivante :

Lors d'une visite dans la forêt, les biologistes ont fait des observations il y a 6 ans. Ils ont pu dénombrer plusieurs végétaux et animaux habitant ce milieu. En 2008, ils retournent voir l'évolution de ce milieu. **À leur grande surprise**, ils observent plusieurs changements. Ta tâche sera d'analyser le milieu étudié en 2002 et le même milieu étudié en 2008 afin de bien comprendre la composition du milieu, les interrelations entre les vivants et les changements possibles.

Il s'adresse ensuite aux élèves :



P : Donc, nous allons travailler le document *La découverte des forêts mixtes* (il montre le document aux élèves). Donc, si on regarde un petit peu la mise en situation de notre projet, on parle d'une visite en forêt. **On sait que les biologistes**, quand ils vont faire un inventaire pour essayer de savoir c'est quoi la population des vivants qu'il peut y avoir, ils ne vont pas compter les individus un à la suite de l'autre. Ils vont faire une espèce de carrelage, puis on va aller compter, et après ça on va faire des multiplications pour avoir un estimé de la population. Alors c'est ce qu'on va avoir comme travail à faire. **Vous prenez le document, et vous regardez le tableau ici les tâches que vous aurez à accomplir pour faire cette analyse** (il pointe un tableau sur la première feuille et commence à lire les tâches notées sur le tableau). (S6 en classe)

Ainsi, si le texte de la mise en situation réfère explicitement à un problème scientifique, elle se contente d'annoncer le constat d'un changement qui étonne les biologistes et qui les amène à étudier « la composition du milieu, les interrelations entre les vivants et les changements possibles » (extrait du cahier de l'élève). Le problème véhicule un potentiel de traiter des savoirs et des démarches scientifiques et de jouer le jeu des biologistes dans leurs façons de faire. Ce potentiel n'a cependant pas été exploité. Par exemple, si on se place du point de vue de l'élève, en quoi est-il étonnant que des milieux changent, surtout que le terme changement est abondamment présent dans la vie de l'élève (changements climatiques, changement de saison, changement de carrière, de pays, etc.) et qu'il mérite par conséquent d'être problématisé. D'ailleurs, comme le montre l'extrait précédent, le problème est présenté aux élèves comme un ensemble de tâches à exécuter et non comme point de départ pour une réflexion sur ce qui en fait problème ou sur les démarches d'investigation permettant de l'éclairer.

#### 6.2.5. *Un autre usage de la mise en situation : un contexte pour l'évaluation des compétences*

De manière à approfondir la description des modalités d'usage des mises en situation dans le projet, nous avons procédé à une analyse en nous appuyant sur les indicateurs suivants, repérés dans l'entrevue pré, dans la planification ou en classe : a) les moments où intervient la référence à la mise en situation tout au long du projet; b) les tâches demandées à l'élève, désignées par l'un ou l'autre des termes suivants : tâche, activité, mandat, mission, etc.; c) la justification des tâches demandées aux élèves. Prenons l'exemple du projet de S4 pour illustrer cette modalité de reconstitution de l'usage de la mise en situation.

À partir du déroulement détaillé du projet décrit par l'enseignant en entrevue pré-enregistrement, croisé avec l'enregistrement vidéo, il est possible de repérer les tâches demandées aux élèves en lien avec la mise en situation. S4 a commencé le premier cours du projet par la lecture en grand groupe de la mise en situation, conformément à ce qu'il avait déjà précisé en entrevue pré :

Ok. Dans le premier cours, il va y avoir **une mise en situation** qu'on va lire en grand groupe. Donc, on lit un texte à voix haute, tout le monde ensemble, sur le tremblement de terre qui a eu lieu en Haïti, et on va essayer, ensuite, à partir de cette mise en situation là, que les élèves choisissent une destination voyage, parce qu'ils sont des géologues, pour aller étudier un séisme et un volcan. (S4 en entrevue pré)

En classe, il a introduit la mise en situation, en demandant aux élèves de la lire à haute voix. L'enseignant a indiqué alors aux élèves, que tout au long du projet, ils apprendront des notions et des concepts en géologie qu'ils devraient réinvestir à la fin du projet en utilisant leurs propres mots. La classe avance dans le projet et on ne parle plus de la mise en situation. C'est au début du cinquième cours que réapparaît une deuxième référence à la mise en situation sous forme de rappel (verbalement), ce que l'enseignant avait d'ailleurs expliqué dans son entrevue :

Après ça, il reste mon cours numéro 5, qui est la situation d'évaluation. Et là, la situation d'évaluation, ils sont vraiment en équipes de deux et ils doivent répondre à des questions, **la mise en situation** demandée est de choisir un des deux volcans proposés et un des deux séismes proposés et de les réexpliquer avec tout le vocabulaire qu'ils ont appris. Et, pourquoi ils choisissaient ces deux-là. (S4 en entrevue pré)

Cet extrait montre que le deuxième usage qui a été fait de la mise en situation est de l'utiliser comme contexte pour l'évaluation. L'analyse des données disponibles (entrevue, planification, enregistrement en classe) montre que ce sont les compétences disciplinaires C2 et C3 qui ont été évaluées.

Le tableau 27 présente une synthèse des modalités d'utilisation des mises en situation pour l'ensemble des projets.

Tableau 27  
Les modalités d'utilisation des mises en situation (MES) dans les projets

	Moment du projet	Tâches <sup>69</sup> demandées à l'élève en lien avec le contenu de la MES	Modalités d'actualisation des tâches reliées à la MES <sup>70</sup>	Référence à l'évaluation
P1	Début du 1 <sup>er</sup> cours	En te basant sur le dossier de presse fourni, sélectionne les informations pertinentes qui te permettront de cerner le problème et de faire une proposition logique et intelligente au musée	Lecture par P de la section « MES » du document de l'élève suivie de la lecture individuelle par les élèves	x
	Début du dernier cours	Réajuster au besoin la forme du produit final qui sera évalué	Rappel verbal par P de la MES comme contrat de départ que P a modifié en cours de route <sup>71</sup>	-
P2	Début du 1 <sup>er</sup> cours	Comprendre les caractéristiques du dispositif à concevoir à partir du cahier des charges fourni dans la MES	Échanges verbaux avec les élèves, suivis de la lecture individuelle de la MES par l'élève	x
	Moitié du dernier cours du projet	Évaluer l'écart entre le dispositif fabriqué et le contenu du cahier des charges fourni dans la MES	Rappel verbal par P de la MES comme contexte d'évaluation du dispositif	x
P3	Début du 1 <sup>er</sup> cours	Expliquer ce que vous savez déjà qui vous sera utile dans cette situation Noter ce que vous allez chercher dans le dossier de presse pour vous aider	Présentation verbale de la MES par P	x
	Début du dernier cours	Présenter l'animal inventé	Rappel verbal par P de la MES comme contexte d'évaluation	x

69 Ces tâches sont dégagées des cahiers des élèves et complétées par l'observation des enregistrements vidéo.

70 Pour l'enseignant (P) et ses élèves (Els).

71 Dans ce projet, le produit à réaliser était initialement un schéma. Toutefois, en cours de route, l'enseignant a laissé le choix aux élèves de remplacer le schéma par un tableau précisant les dimensions des planètes, les distances et les échelles utilisées pour les calculs.

	<b>Moment du projet</b>	<b>Tâches demandées à l'élève en lien avec le contenu de la MES</b>	<b>Modalités d'actualisation des tâches reliées à la MES</b>	<b>Référence à l'évaluation</b>
P4	Début du 1 <sup>er</sup> cours	Lire la MES	Lecture de la MES à haute voix par les élèves en grand groupe	x
	Début du dernier cours	Parmi les deux volcans et séismes choisir celui qui vous semble le plus intéressant pour votre étude et justifier votre choix à l'aide de deux arguments en utilisant des termes scientifiques	Rappel verbal par P de la MES comme contexte d'évaluation	x
P5	Début du 1 <sup>er</sup> cours	Indiquer ce que vous devez faire et les étapes pour y arriver	Lecture individuelle de la MES par les élèves	x
	Fin du dernier cours	Répondre à une question d'application	Travail individuel évalué	x
P6	Début du 1 <sup>er</sup> cours	Résoudre le problème en suivant la liste des tâches fournies	Présentation par P du problème de la MES et de la liste des tâches à faire pour le résoudre	-
	Début du dernier cours	Répondre à la question de recherche initiale indiquée dans la MES	Rappel verbal par P de la question de recherche indiquée dans la MES	x

Comme le montre le tableau 27, lors du déroulement des séquences en classe, la mise en situation a été évoquée par les enseignants au moins deux fois. De plus, son contenu a été utilisé également à deux reprises dans la majorité des projets (4/6). En effet, dans un premier moment, comme nous l'avons souligné plus haut, elle a servi pour commencer le projet. Ensuite vers la fin du projet, à l'exception de P1, tous les projets ont reconvoqué la mise en situation une seconde fois comme contexte pour évaluer soit les compétences disciplinaires ciblées par le projet (P2, P3, P4, P5 et P6) ou des concepts disciplinaires (P2 et P4). L'extrait suivant d'échanges en classe illustre la modalité de convocation de la mise en situation en contexte d'évaluation :

(S4 en classe au début de la cinquième période)

P : Ok. Donc, à partir de maintenant et jusqu'à la fin de la période, c'est dans votre fascicule vert (c'est le cahier du projet) que vous devez aller travailler parce qu'à la fin de la période, je le ramasse au complet. Je vous explique ce qu'il faut faire (P montre le document à la classe). Donc, vous aviez deux textes sur des séismes. C'était, *Pourquoi la terre a tremblé en Haïti*, et *Pourquoi la terre tremble en Californie?* [...] À la page suivante après les textes, on vous demande : « Tes explications devront contenir les termes suivants : type de volcan, type de séisme, plaque tectonique, faille et magnitude ». À partir **de la mise en situation**, on te demande : « Expliquez ce que vous devez faire » Dans tes mots, tu expliques ce que tu dois faire [...] Vous aviez deux séismes. Tu dois me l'expliquer. Ensuite, la page suivante, c'est le même processus. C'est les deux volcans. Tu me le décris en utilisant les concepts que tu as vus.

Notons également que dans tous les projets, la mise en situation a servi comme contexte pour l'évaluation de la compétence disciplinaire C3.

### **6.3. Les modalités de recherche ou de résolution des problèmes mises en œuvre dans le cadre des projets**

#### *6.3.1. Les liens avec des démarches scientifiques ou technologiques*

Dans cette section, nous présentons les résultats en deux temps. Premièrement, le recours ou non dans les situations d'enseignement à des démarches propres aux sciences et technologies. Ensuite, nous présentons les modalités de leur mise en œuvre en classe retenues par les enseignants.

Précisons que ces résultats découlent de l'analyse du discours des enseignants aux questions suivantes de l'entrevue pré-enregistrement :



*Est-ce que le déroulement des périodes que nous allons enregistrer fait appel à une démarche ou des méthodes propres aux sciences et technologies?*

*Si oui*

*De quelle méthode ou démarche s'agit-il?*

*D'une manière générale, pour vous, en quoi consiste cette démarche et qu'est-ce qui la caractérise?*

Nous avons aussi complété ces données par l'analyse du déroulement de la séquence d'enseignement en classe.

Rappelons que dans cette étude de nature exploratoire, il s'agit surtout de dégager si les projets font appel à des démarches propres aux ST et si oui comment elles sont définies par l'enseignant. Considérant que les démarches dépendent étroitement des savoirs en jeu et que ces savoirs varient d'un projet à l'autre, nous allons rester à un niveau général qui peut intégrer la diversité des démarches impliquées, mais sans perdre de vue les attributs les caractérisant tels que présentés dans le cadre conceptuel.

Par ailleurs, en conformité avec les dimensions du conceptuel retenu portant sur l'EPP en sciences et technologies, nous avons également cherché à dégager si les sujets font des liens explicites entre ces démarches et l'EPP.

Afin de faciliter la lecture des résultats, nous les présentons sous forme de tableaux. Le tableau 28 présente ceux issus du discours des enseignants sur ces démarches en entrevue pré. Pour chaque sujet, la première colonne présente les termes utilisés pour désigner la démarche retenue. La deuxième colonne rapporte son discours sur les caractéristiques attribuées à ces démarches. La troisième présente les attributs dégagés de ses propos.

Tableau 28  
Les démarches annoncées par les sujets

Sujet	Termes utilisés	Discours des sujets sur les caractéristiques des démarches	Attributs dégagés du discours
S1	Comme une démarche d'investigation	On a un problème à résoudre et suite à cela ils (les élèves) doivent rechercher de l'information, sélectionner les bonnes informations et ensuite produire un message par rapport à cela	Un problème de départ Recherche d'informations Synthèse du résultat de la recherche sous forme d'un message
S2	Démarche expérimentale	Bien, c'est se poser la question... pourquoi aller chercher? Ils (les élèves) devront le faire dans leur tête. Ensuite, se poser une question : quelles sortes de graines se dispersent mieux par le vent? Puis, ensuite aller vérifier sur Internet	Une question de départ (justifiée) Recherche d'informations (pour vérification)
	Démarche technologique	Bien, c'est de faire les prototypes, faire leur dessin. Ensuite, le fabriquer, le tester, faire les modifications	Réalisation du dessin du prototype Fabrication du prototype L'essai du prototype
S3		L'enseignant dit recourir à aucune démarche propre aux ST	
S4	Le sujet a répondu par l'affirmative, mais ne nomme pas la démarche	On se pose une question, « pourquoi à Haïti, il y a plus de séismes qu'ailleurs et pourquoi ils sont plus importants et plus dévastateurs? » et à partir de ça, essayer de comprendre le phénomène	Une question de départ La tentative de compréhension de ce phénomène (sans précision sur les modalités de cette compréhension)
S5	Démarche expérimentale	Donc, mise en situation, je dois aller mettre un but. Je vais enlever l'hypothèse parce je trouvais que pour des élèves de secondaire trois, c'est quand même évident. Je leur ai fourni du matériel, ils doivent émettre leur protocole, ils doivent faire leur tableau de données, faire l'analyse avec un graphique, puis émettre une conclusion par la suite. Donc, toute la démarche scientifique propre aux sciences	Mise en situation (présentant un but) Une hypothèse (enlevée volontairement) Élaboration d'un protocole expérimental Recueil des données Analyse des données Conclusion
S6	Démarche d'observation	C'est une démarche d'observation, mais je ne les connais pas du tout les démarches, alors je réponds ça en ne sachant pas. Mais, ce que je crois, c'est qu'ils observent un milieu. Ils n'iront pas le travailler sur place parce qu'on ne peut pas vraiment aller à l'extérieur pour avoir ça, mais ils vont observer un milieu pour en tirer des conclusions	Observation d'un substitut d'un milieu réel (des données représentant le milieu) Conclusion

Ainsi, les réponses des sujets à la question de l'entrevue montrent que dans cinq projets sur six, les enseignants disent recourir à des démarches propres aux ST. Notons que pour la moitié des sujets (S3, S4, S6), une hésitation se fait remarquer lors de la réponse à cette question. En effet, si ces sujets répondent par l'affirmative à la question, ils n'arrivaient pas à la nommer et pour certains, à la définir. Par exemple, S3 a procédé par élimination avant d'opter pour la négative :

Bonne question. C'est sûr qu'on n'est pas dans la conception de prototype... Non. On n'est plus dans la résolution de problème, non plus. Démarche technologique, non. Je ne pense pas, non, ce que je fais peut être utilisé dans n'importe quelle discipline. (S3 en entrevue)

Pour sa part, S4 a ignoré la question même si l'interviewer lui a demandé de nommer la démarche. Quant à S6, comme le montre son discours, tout en précisant qu'il ne connaît pas toutes ces démarches, il dit opter pour la démarche d'observation.

Au-delà de cette difficulté terminologique, ce sont les caractéristiques que les sujets associent à ces démarches qui nous intéressent particulièrement. La dernière colonne du tableau croisée avec la terminologie nous permet de dégager les constats suivants :

1. Le discours de la majorité des sujets (à l'exception de S5) montre une ambiguïté sur le plan de la reconnaissance des différentes démarches scientifiques et technologiques. Ainsi, outre le fait que l'usage d'un même vocable renvoie à des caractéristiques différentes selon les sujets, S2 associe ce qu'il désigne comme démarche expérimentale, à une question suivie de la recherche d'information. Aucune référence à la présence d'une hypothèse ou d'un contrôle de variable n'a été évoquée. S1 associe aussi la démarche d'investigation à la recherche d'information.
2. Si on met de côté les considérations terminologiques, on peut noter que seul S5 a présenté un maximum de caractéristiques habituellement associées à une démarche scientifique (dans son cas, la démarche expérimentale). Notons toutefois que si on considère les intentions d'apprentissage annoncées, lesquelles précisent qu'il vise la conception d'une raquette et le dessin technique, son discours ne présente aucune référence aux démarches technologiques. Chez le reste des sujets, on remarque qu'au plus trois caractéristiques sont explicitées.
3. La majorité des sujets (4/6) réfèrent à un problème ou à une question de départ comme caractéristique de ces démarches. Bien que S2 et S6 n'aient pas cité explicitement cette

caractéristique dans leurs réponses à cette question, comme nous l'avons montré plus haut dans l'analyse des mises en situation, les deux en ont fait explicitement référence. De plus, si S2 a cité les grandes étapes de la démarche de conception sans faire référence à l'identification du besoin, il a consacré environ 15 minutes de la première période du projet pour discuter avec ses élèves du problème qui sous-tend le projet proposé, ce qu'il présente comme une question de départ qu'il associe à tort à la démarche expérimentale.

4. Dans le cas de P6, l'enseignant qui a précisé qu'il ne connaissait pas les démarches scientifiques, il retient l'observation et la conclusion de cette observation comme caractéristiques de ces démarches.

Ainsi, on peut retenir que si dans la majorité des projets, les enseignants disent recourir aux démarches scientifiques et technologiques, leur discours sur ces démarches montre que le sens qui leur est donné est vague. À la limite, à l'exception de S5, on peut penser que les réponses des sujets ont été forcées par la question posée.

### *6.3.2. Les modalités d'investigation associées aux problèmes utilisées dans les projets*

Nous présentons à présent les activités composant le déroulement du projet et les tâches demandées aux élèves en lien avec la mise en œuvre des démarches propres aux ST et qui découlent des problèmes de départ retenus. Le tableau 29 résume les modalités de ces mises en œuvre.

Tableau 29  
Les modalités d'investigation associées aux problèmes utilisés dans les projets

	<b>Problème ou question de départ du projet</b>	<b>Modalités d'investigation du problème</b>
P1	Reproduire sur une surface donnée un modèle du système solaire en respectant l'ordre et les dimensions réelles des planètes	<b>Lecture et recherche</b> de caractéristiques du système solaire dans un dossier de presse
P2	Comment se déplacent (se disséminent) les graines végétales?	<b>Lecture sur Internet</b> d'une page Web suggérée par l'enseignant sur les facteurs et les agents de dissémination des graines
	Comment faire déplacer un grain de café en utilisant le vent produit par un ventilateur?	Conception d'un dispositif qui se déplace par le vent en utilisant les contraintes du cahier des charges imposées par l'enseignant
P3	Inventer un animal à partir de caractéristiques imposées (l'habitat, mode d'alimentation et de locomotion)	<b>Lecture et recherche</b> d'information sur les adaptations physiques et comportementales dans un dossier de presse
P4	Pourquoi la terre a tremblé à Haïti?	<b>Observation de données</b> (cartes des séismes et des volcans à l'échelle planétaire)  <b>Simulation des mouvements des plaques tectoniques</b> (avec des modèles analogiques et par un logiciel et une animation flash)
P5	De quoi faut-il tenir compte pour concevoir une raquette adaptée au poids de son utilisateur?	<b>Élaboration d'un protocole par l'élève</b> <b>Expériences avec contrôle d'une variable</b> à la fois (surface de contact et poids); recueil des données; analyse des données; dégager le modèle mathématique reliant les variables; application du modèle en utilisant son propre poids comme variable
P6	Expliquer d'un point de vue biologique la variation des populations d'une forêt mixte dont la population a varié entre 2002 et 2008	Observation d'un milieu en utilisant des clés dichotomiques; recueil des données; analyse des données; dégager la chaîne alimentaire



Lorsqu'on considère les modalités retenues par les enseignants pour amener les élèves à répondre au problème ou à la question de départ en classe, on remarque que le discours portant sur la question des démarches scientifiques et technologiques rejoint en grande partie les pratiques observées. Quatre projets (P2, P4, P5 et P6) font appel en effet à des démarches propres aux sciences et technologies. Toutefois, on peut noter pour S4 un écart entre ce qui est annoncé dans l'entrevue et ce qui est observé en classe. Lors de l'entrevue, la réponse à la question sur la démarche a été peu élaborée :

On se pose une question, « pourquoi à Haïti, il y a plus de séismes qu'ailleurs et pourquoi ils sont plus importants et plus dévastateurs? » et à partir de ça, essayer de comprendre le phénomène. (S4 en entrevue)

En classe, il a présenté aux élèves des données qu'il leur a demandé d'observer pour saisir que les phénomènes des séismes et des volcans sont liés, comme le rappelle l'extrait suivant de sa réponse à une autre question de l'entrevue, portant sur les intentions d'apprentissage : « je veux que les élèves puissent comprendre que la répartition des séismes et des volcans sont les mêmes » (S4). De plus, il a eu recours à des démonstrations, des logiciels de simulation, ainsi que des animations flash pour modéliser les mouvements des plaques tectoniques.

L'extrait suivant de son intervention en classe illustre son intervention sur les séismes :

S4 en classe durant le thème sur la définition d'une plaque tectonique :

(S4 venait de présenter aux élèves séparément deux cartes représentant les répartitions des séismes et des volcans à l'échelle planétaire en leur demandant chaque fois d'observer les zones où se condensent les séismes et les volcans)

P : Bon, là je vais reprendre la carte juste avant. Si je superpose mes deux cartes. (P met la carte des séismes par-dessus celle des volcans.) Donc, les séismes... (Elle n'arrive pas à superposer parfaitement les deux cartes), vous comprendrez que ce n'est pas facile à placer... Bon, je voulais vous montrer les deux cartes superposées, donc qu'est-ce qu'on peut voir?

E : Ben que **les volcans sont pas mal proches des séismes?**

P : Ok, donc on peut voir que la majorité des volcans, surtout ceux ici, (P pointe avec son crayon sur la carte) je vais les superposer à l'envers, peut-être qu'on va mieux voir (P interchange la position des deux acétates.) Donc, entre la plaque africaine et

la plaque sud-américaine, on voit qu'on avait la plaque ici qui était en rouge là (P pointe avec son crayon) donc, on voit qu'il y a beaucoup beaucoup de volcans qui sont sur cette ligne-là. Est-ce que j'en ai ailleurs? Ben j'ai la plaque du Nazca qui vient juste au bord de l'Amérique du Sud (P pointe avec son crayon) et j'ai beaucoup de volcans à cet endroit-là aussi. Est-ce que vous voyez d'autres volcans? Regardez, au niveau de l'Australie ici là, dans la, dans la mer (P pointe avec son crayon)...

#### **6.4. Les caractéristiques des produits réalisés**

Comme nous l'avons exposé plus haut, seulement quatre sujets ont fait explicitement mention de la réalisation d'un produit final auquel ils réfèrent de différentes manières comme le rappellent les extraits suivants des entrevues pré :

Ok, bon bien premièrement il faut qu'il y ait une réalisation à la fin. Absolument. Une réalisation concrète. Donc, soit une affiche, soit une maquette, soit peu importe. (S1)

Ils (les élèves) vont faire une production. (S2)

Ils (les élèves) doivent faire une affiche ou une maquette ou peut-être qu'il y en a qui vont même utiliser l'informatique pour faire une présentation *PowerPoint*. (S3)

C'est une approche par projets oui, parce qu'ils (les élèves) doivent réaliser le plan d'une raquette. (S5)

Dans le tableau 30, nous reprenons de manière synthétique les produits attendus. Dans le cas où le sujet n'a pas déclaré de produit, nous décrivons la modalité qu'il a retenue pour clore le projet comme il l'a présentée aux élèves. Nous considérons à cet égard que la clôture du projet est en quelque sorte son aboutissement.

Tableau 30  
Produits attendus des élèves dans les projets

<b>Description du produit final du projet s'il y a lieu</b>	
<b>P1</b>	Une représentation réduite sur un schéma du système solaire représenté sur un mur de 10 m de longueur sur 5 m de hauteur
<b>P2</b>	Un dispositif de dispersion d'une graine de café par le vent produit par un ventilateur
<b>P3</b>	Un animal inventé représenté sur une affiche ou une présentation <i>PowerPoint</i>
<b>P4</b>	Moment d'évaluation (répondre à un ensemble de questions notées dans un fascicule en utilisant les contenus vus durant le projet)
<b>P5</b>	Le plan d'une raquette adaptée à son poids
<b>P6</b>	Présentation par l'enseignant des savoirs issus de la résolution du problème de départ du projet (sous forme d'un réseau conceptuel)

Comme le montre ce tableau, les produits finaux demandés aux élèves sont variés et prennent différentes formes. Pour aborder la fonction et l'usage de ces produits dans les projets, nous les considérons sous deux angles. Premièrement, nous avons examiné l'utilisation attendue et effective de chaque produit. Deuxièmement, nous avons cherché des indices qui déclinent la relation entre ces produits et les intentions des enseignants au regard des savoirs visés (en entrevue pré).

#### 6.4.1. *L'utilisation visée ou potentielle des produits visés*

Le tableau 31 présente pour chaque produit, les destinataires comme précisés dans les mises en situation proposées aux élèves. On retrouve également les utilisations réelles de ces produits. Ces deux dimensions sont dégagées directement des textes des mises en situation ainsi que de l'observation des enregistrements en classe.

Tableau 31  
Description des produits réalisés

Projet	Description du produit final du projet	Destinataires fictifs du produit	Utilisation effective du produit réalisé
<b>P1</b>	Une représentation réduite du système solaire	Musée	Remis à P pour évaluation
<b>P2</b>	Un dispositif de dispersion d'une graine de café par le vent produit par un ventilateur	Ferme écologique	Présenté aux autres élèves et évalué par P
<b>P3</b>	Un animal inventé représenté sur une affiche ou une présentation <i>PowerPoint</i>	Aucun	Présenté aux élèves et évalué par P
<b>P4</b>	Aucun	-	-
<b>P5</b>	Le plan d'une raquette adaptée à son poids	Élève pour usage personnel	Remis à P pour évaluation
<b>P6</b>	Aucun	-	-

Si la majorité des projets (P1, P2, P4, P6 et P5) propose des jeux de rôles à travers des mises en situation reliées à la vie à l'extérieur de l'école, l'usage attendu des produits dans l'ensemble de ces projets est de l'ordre du fictif. Les produits ont surtout servi pour l'évaluation des compétences ciblées par chaque projet. On peut également noter que dans seulement deux cas, les élèves ont eu à présenter leurs produits au reste de la classe.

#### 6.4.2. Les liens entre les produits réalisés et les savoirs visés

Il s'agit, à ce niveau d'analyse, de relever d'abord si les savoirs visés sont associés aux produits réalisés; ensuite, dans l'affirmative, d'examiner la forme de cette association. Pour rappeler la modalité d'analyse, nous présentons deux exemples différents.

Dans la classe de S1, après que cet enseignant ait fini de lire la mise en situation à haute voix, il s'adresse aux élèves :

(05 : 23 de la première période, S1 s'adressant à toute la classe)

P : Ok. Donc, en gros là, tu dois faire un modèle réduit du système solaire. Ça a l'air simple, mais il faut faire attention. Pour répondre au besoin du musée, ton équipe de consultants doit respecter les contraintes suivantes. Les proportions réelles, des planètes et du Soleil ainsi que celles des distances entre les planètes et le Soleil doivent être respectées. Ok? Tu ne peux pas mettre la Terre plus grosse que Jupiter.

Ok? Ce n'est pas logique, on s'entend. Tu dois utiliser les  $\frac{2}{3}$  de la longueur du mur. Donc, le mur a 10 mètres de longueur, il faut que tu utilises au minimum  $\frac{2}{3}$  de ça. La plus petite des planètes doit être visible. Donc, avoir au moins un centimètre de diamètre. Ensuite de ça, tu dois utiliser seulement le dossier de presse pour ta cueillette d'informations.

Ainsi, on peut noter, à partir des caractéristiques du produit attendu et des contraintes fixées, que celui-ci dépend à la fois de l'ordre que l'élève aura attribué aux planètes et des échelles retenues pour réduire les diamètres de celles-ci et de la distance entre elles. On peut ainsi dire que le produit porte intrinsèquement des traces des savoirs visés par l'enseignant. Ces traces montrent justement que d'un point de vue scientifique, les visées de l'apprentissage dans ce projet relèvent de faits factuels (ordre des planètes, diamètres, distances, etc.). Rappelons toutefois que cela est compatible avec les attentes de l'enseignant, lequel ne vise que le vocabulaire scientifique autour du système solaire.

Dans le cas de S3, l'enseignant précise que pour présenter les animaux inventés (le produit), les élèves « doivent faire une affiche ou une maquette ou peut-être qu'il y en a qui vont même utiliser l'informatique pour faire une présentation *PowerPoint* ». Ainsi on peut noter que dans ce projet, le produit est de l'ordre d'un médium utilisé par les élèves pour présenter les résultats de leur recherche en lien avec les adaptations physiques et comportementales. C'est le discours et l'écrit de l'élève durant la présentation qui servent de traces à l'enseignant pour évaluer la compréhension de l'élève des notions sous-jacentes. En nous appuyant sur les résultats obtenus par cette procédure, nous présentons les résultats de l'analyse de l'ensemble des produits.



Tableau 32- Liens entre les produits attendus des élèves dans les projets et les savoirs visés

	Intentions annoncées	Description du produit	Traces des savoirs visés
P1	Nommer les planètes dans l'ordre Déterminer les échelles adéquates pour les représenter	Un modèle réduit du système solaire représenté sur un schéma	L'ordre des planètes et les échelles de réduction retenues
P2	Comprendre l'utilité et le fonctionnement du cahier des charges Comprendre la diversité des adaptations végétales selon les milieux, les environnements et les écosystèmes	Un dispositif de dispersion d'une graine de café par le vent	La solution retenue dans la conception et la fabrication (matériaux, coût)  Adaptations végétales : aucun
P3	Comprendre la complexité d'un habitat (en considérant les facteurs biotiques et abiotiques) et les adaptations animales (physiques et comportementales) engendrées	Un animal inventé dont les caractéristiques sont présentées sur une affiche ou une présentation <i>PowerPoint</i>	Les choix de l'élève des caractéristiques de l'animal médiatisées par son discours et son dessin sur un support visuel
P4	Faire le lien entre les répartitions des séismes et des volcans à l'échelle planétaire Comprendre les principaux phénomènes associés aux mouvements des plaques tectoniques et des volcans Se représenter l'impact des ondes sismiques sur la croûte terrestre	Aucun produit n'a été demandé	-
P5	Élaborer et mettre en œuvre un protocole expérimental qui permet de trouver la relation entre la pression, la force et la surface de contact	Le plan d'une raquette adaptée à son poids	Les dimensions des raquettes calculées par la relation entre la pression, la surface et la force exercée par son propre poids
P6	Distinguer les différentes espèces d'un milieu Créer une chaîne alimentaire Produire des diagrammes à bandes représentatifs des résultats des dénombrements et les interpréter	Aucun produit n'a été demandé	-

À partir de ce tableau, on peut remarquer que certaines connaissances visées se manifestent dans un aspect du produit attendu alors que d'autres sont entièrement absentes (adaptation végétale dans le projet P2). Par ailleurs, en effectuant une comparaison entre les caractéristiques des produits finaux attendus ainsi que le temps prévu pour chaque activité de réalisation d'une part, et les caractéristiques des produits effectivement réalisés ainsi que le temps qui leur a été réellement consacré lors de la mise en œuvre, d'autre part, nous remarquons ce qui suit : dans l'ensemble des projets, les enseignants ont dû réajuster certains aspects du déroulement planifié ainsi que certaines contraintes retenues initialement pour décrire le produit attendu. Ces ajustements portent principalement sur deux aspects : a) une augmentation du temps nécessaire à la réalisation du produit final; b) une révision à la baisse de certaines attentes du point de vue des contenus disciplinaires en jeu.

Ce sont les enregistrements vidéo et les entrevues de retours sur les projets (entrevues post) qui nous ont permis de dégager ce constat, plus particulièrement les réponses des sujets aux questions suivantes de l'entrevue post :

*1.Y a-t-il des événements marquants ou inattendus que vous avez constatés durant le cours?*

*Si oui :*

*- Lesquels?*

*- En quoi sont-ils marquants ou inattendus?*

*2.Est-ce que le contenu d'apprentissage (le savoir disciplinaire) a changé par rapport à ce qui a été prévu dans la planification?*

*Si oui :*

*- En quoi consiste ce changement?*

*3.Est-ce que le déroulement du cours a changé par rapport à ce qui a été prévu dans la planification?*

*Si oui :*

*- En quoi consiste ce changement?*

Notons toutefois que nous ne sommes pas en mesure de chiffrer ces ajustements pour l'ensemble des projets considérant que les enseignants n'avaient pas mentionné précisément les temps prévus pour certaines activités avant la mise en œuvre des projets. Néanmoins, nous pouvons en rendre compte de manière qualitative comme le présente le tableau 33.

Tableau 33  
Ajustements apportés par les enseignants lors de la mise en œuvre des projets

	Ce qui est attendu	Ajustements temporels	Les autres ajustements apportés
<b>P1</b>	Un modèle réduit du système solaire représenté sur un mur sous forme d'un schéma	Ajout d'une demi-heure à la durée prévue du projet	Aucune équipe n'a réalisé le schéma du modèle. Celui-ci a été remplacé par un tableau indiquant les noms des planètes, leurs dimensions, et la distance qui les sépare
<b>P2</b>	Un dispositif de dispersion d'une graine de café par le vent produit par un ventilateur	Aucun changement quant à la durée prévue des activités	Toutes les équipes ont fabriqué des dispositifs imitant une seule solution élaborée par une équipe
<b>P3</b>	Un animal inventé représenté sur une affiche ou une présentation <i>PowerPoint</i>	Modification du temps prévu pour permettre aux élèves de finaliser les présentations	
<b>P4</b>	Aucun	Modification du temps prévu pour un atelier consacré à la recherche du vocabulaire scientifique dans le manuel (à la 4 <sup>e</sup> période)	
<b>P5</b>	Le plan d'une raquette adaptée à son poids	Ajout d'une période à la durée prévue du projet pour permettre aux élèves de finaliser le dessin de leurs plans des raquettes	Certains élèves ont dessiné des raquettes plus sophistiquées que celles demandées
<b>P6</b>	Aucun	Aucun changement quant à la durée prévue des activités	C'est l'enseignant qui a pris en charge la construction de la chaîne alimentaire et les élèves l'ont copiée

### 6.4.3. *Des ajustements du temps reliés à la réalisation du produit final*

Le premier ajustement observé porte sur le temps alloué à certaines activités nécessaires pour la réalisation du produit final. On peut noter que dans seulement deux projets (P2 et P6), les enseignants s'en sont tenus au temps prévu initialement. Pour le reste, ces ajustements se justifient par différentes raisons selon les sujets. Pour certains, ce sont des raisons qu'on pourrait qualifier de techniques qui ont engendré un retard comme le montrent les propos de S3 :

J'avais un groupe où plusieurs équipes faisaient des présentations *PowerPoint* avec l'ordinateur. Puis il y a certaines équipes qui n'étaient pas capables d'ouvrir leurs fichiers. (S3 en entrevue post)

Pour d'autres, ce sont des difficultés reliées aux savoirs en jeu qui ont amené les enseignants à accorder aux élèves un temps supplémentaire pour leur donner la possibilité de finir leurs produits. Ainsi, dans le cas de P1, les élèves ont éprouvé des difficultés relativement à la notion d'échelle. Celle-ci était nécessaire pour résoudre le problème mathématique impliqué dans le projet (représenter sur un même schéma les dimensions des planètes et les distances entre celles-ci). Dans les entrevues de retour sur les différentes périodes du projet, S1 explique :

Bien, à un moment on s'est rendu compte, moi et l'autre enseignante<sup>72</sup>, que les élèves avaient de la difficulté avec la notion d'échelle. Donc, à ce moment-là, la professeure de maths, elle a fait un petit... un petit blitz là, là-dessus. (S1 en entrevue post de la 2<sup>e</sup> période du projet)

Il a donc dû ajouter un temps supplémentaire comme il le précise :

Les élèves n'ont pas eu le temps de terminer. Moi, je vais devoir leur laisser un petit peu plus de temps dans le cours de sciences. Pas un cours au complet. Peut-être une demi-heure pour compléter tout ça. (S1 en entrevue post de la dernière période du projet)

Dans le même sens, S4 a dû également se réajuster, constatant les difficultés de ses élèves à trouver les définitions du vocabulaire demandé :

Donc, lors du 20 (l'enseignant parle de la date de la période précédente), les élèves devaient faire une association de vocabulaire et je ne m'attendais pas à ce qu'ils aient

---

<sup>72</sup> Dans ce projet, l'enseignant a collaboré avec une enseignante en mathématiques dans la phase de l'enseignement en classe.



autant de difficulté à comprendre d'aller chercher les définitions. Ils avaient beaucoup de difficulté à aller chercher finalement les définitions dans le manuel pour associer le vocabulaire et les définitions [...] J'ai donc dû prendre une partie de la période du 26 (date de la période suivante) pour le faire. (S4 en entrevue post de la 4<sup>e</sup> période du projet)

Si la nouveauté des contenus disciplinaires prévus dans les projets ainsi que les aléas techniques peuvent expliquer cette différence entre le temps prévu pour un projet et le temps effectif lors de sa mise en œuvre dans le cas de S5, c'est à la demande de ses élèves qu'il a ajouté une période pour leur donner le temps de finaliser le dessin de leurs raquettes :

J'ai été obligé d'échelonner un petit peu plus parce que le projet... la tâche, la dernière tâche, c'était de dessiner une raquette à neige, il y a des élèves qui voulaient vraiment prendre le temps de faire une raquette un peu plus compliquée. (S5 en entrevue post)

#### 6.4.4. *Une révision à la baisse des attentes de départ au regard des produits attendus*

Outre les modifications d'ordre temporel qui se sont produites, l'analyse comparative des caractéristiques des produits attendus et celles des produits réalisés en classe montre qu'à l'exception de S5, tous les enseignants ont dû réviser à la baisse leurs attentes. En effet, ils ont, chacun à leur manière, réduit le niveau de difficulté des tâches portant sur les savoirs visés.

Ainsi, dans le cas de S1, à la troisième période du projet, après que l'enseignant ait constaté que plusieurs équipes éprouvaient des difficultés avec la notion d'échelle, il offre la possibilité d'opter pour un tableau au lieu du schéma demandé initialement. De plus, il prend en charge une partie de la solution comme le montre l'extrait suivant de son discours en classe, en s'adressant à ses élèves :

Pour la proposition finale, dans notre document, à la dernière page, vous avez à faire une proposition finale à monsieur le directeur du musée. **Vous pouvez la faire de deux façons.** Vous pouvez travailler soit avec un tableau, le même format que le premier tableau qu'on vous a présenté dans le document, sauf qu'au lieu de travailler avec des millions de kilomètres, vous allez avoir juste une colonne en cm, et ça sera les mesures que vous donnerez à ce monsieur pour mettre sur son mur. Ok. **Vous pouvez y aller sous forme de tableau ou encore vous pouvez faire un schéma.** Et ça, **je l'ai montré à plusieurs... à quelques équipes hier**, là. Vous pouvez dire, bien j'ai mon mur de 5 mètres par 10 mètres (il le dessine au tableau et indique les mesures) on va supposer que le Soleil est ici et où est-ce qu'on place nos planètes? Le schéma n'a pas besoin d'être à l'échelle là, c'est un schéma, mais il faut qu'il ait les bonnes informations. Donc, vous placez la première planète qui est? (Un élève

répond Mercure) Mercure. Bon. Je vais placer Mercure qui est ici. Et là, sur le schéma ou à côté, vous me dites le diamètre qui doit être de tant de centimètres, et la distance Mercure et le Soleil doit être de tant. Ok. Si vous faites un schéma, il faut qu'il soit plus gros que ça, il faut qu'il soit clair sur votre feuille ok. Si c'est plein de petits barbots que je ne comprends pas, ça ne fonctionne pas pour l'évaluation. Donc, il faut que ce soit relativement clair. **Vous avez le choix de le faire de la façon que vous trouvez la plus simple, la façon qui vous convient le mieux. Un ou l'autre, c'est bon... ça peut être aussi bon.** (S1 en classe)

Dans le cas du projet P2, S2 s'attendait déjà à des difficultés relativement à la notion de cahier des charges qui, rappelons-le, était nouvelle pour les élèves. Il explique juste avant le début du projet :

C'est notre premier projet de techno cette année [...] le cahier des charges, je dirais à la limite c'est un défi pour les élèves, parce que c'est la première fois. Bien, c'est sûr que je me demande comment ça va se dérouler et j'ai une idée dans ma tête de mon idéal. Mais en même temps... disons que le résultat final, la production qu'ils vont faire, ça me stresse un peu. (S2 en entrevue pré)

Durant le déroulement du projet, l'enseignant a accepté que les équipes fabriquent un dispositif qui ne correspond pas à leurs propres solutions approuvées au moment de la conception, ce qu'il décrit comme un défi auquel il a fait face :

[...] ils (les élèves) avaient chacun leur... Ils avaient dessiné leur prototype. Mais dès qu'ils ont vu une équipe faire autre chose, ils ont changé leur plan. Ce qui fait qu'ils ne se sont plus fiés à leur dessin et ils se sont retrouvés finalement toutes les équipes avec la même chose. (S2)

Ce faisant, plusieurs élèves ont perdu de vue les contraintes du cahier des charges. Ce qui montre que pour les élèves, la notion de contrainte est plutôt associée à une simple consigne qu'on pourrait à la limite ignorer. D'ailleurs, à la fin du projet, l'enseignant a évoqué cet aspect avec les élèves :

C'était un défi très très... très grand que d'essayer de viser la cible avec deux petits ventilateurs comme ça. À première vue, j'ai remarqué que certains ont décidé qu'ils **ne s'occupaient pas des contraintes, qu'ils s'occupaient juste d'essayer de viser la cible, mais vous avez oublié d'autres contraintes qui sont tout autant importantes.** Je veux dire, c'était autant important d'avoir un dispositif biodégradable qu'un dispositif qui atteignait la cible. Si tu as laissé faire les autres contraintes pour atteindre la cible, bien je ne suis pas sûr que monsieur Tremblay achèterait ton dispositif. Je remarque que les ballons sont populaires, mais je te dis qu'il va y en avoir du plastique dans son champ! Ce n'est pas biodégradable. (S2)

Avant le début du projet, S6 précise qu'il voulait amener ses élèves, à travers une démarche d'observation, à produire le réseau conceptuel d'une chaîne alimentaire. Il explique qu'il a dû aider les élèves en leur fournissant quelques éléments de réponses :

Je me suis rendu compte qu'il fallait leur donner les concepts ou leur en expliquer un petit peu plus **que ce que j'avais prévu** [...] On a fait, consommateurs, producteurs et décomposeurs, la théorie par rapport à ça, puis la théorie par rapport aux facteurs biotiques puis abiotiques. [...] **ils avaient besoin, besoin de définitions, de comprendre vraiment c'est quoi à fond, alors j'ai rajouté les cahiers.**

De plus, l'observation en classe montre que finalement c'est lui qui a pris en charge l'élaboration du réseau conceptuel.

#### 6.4.5. *En synthèse*

Ainsi, si on met en relation la nature des produits ciblés initialement et les ajustements que les enseignants ont dû opérer lors de la réalisation du projet, on peut mettre en évidence une dimension contraignante qui vient s'ajouter à celles habituellement associées à l'EPP (comme la gestion, les ressources matérielles et humaines, etc.). En effet, lorsque la réalisation du produit ne peut se faire sans certaines connaissances, l'aboutissement du projet devient incertain pour les enseignants, ce qui les conduit à faire des compromis. Comme nous venons de le constater, ces compromis s'opèrent surtout sur les savoirs en jeu (changer les contraintes de départ; fournir une aide externe, comme celle de l'enseignant, d'un autre élève ou d'un manuel; réaliser des tâches à la place de l'élève).

Ainsi, dans le cas de P5, l'élève est amené à fabriquer une raquette qui ne doit pas s'enfoncer dans la neige sous le propre poids de celui-ci. Et pour ce faire, l'élève doit trouver un moyen pour éprouver empiriquement les relations entre les variables en jeu avant la fabrication : sans le modèle de la pression en fonction de la force exercée et la surface de contact, les dimensions de la raquette ne pourraient pas être calculées. Dans le cas de P6, c'est la démarche d'analyse des données observées (identification des vivants, analyse du graphique de la variation de la population, etc.) qui permet de représenter la chaîne alimentaire du milieu qu'il a étudié.

Par contre, dans les projets P2 et P3, les élèves peuvent toujours réaliser les produits demandés par des stratégies de contournement (ignorer des contraintes pour P2) ou par

tâtonnement (mettre un ensemble de caractéristiques incohérentes sur un même animal n'empêche pas le dessin de l'animal inventé sur une affiche).

#### 6.4.6. *Les modalités d'organisation du travail en classe*

Rappelons que nous avons retenu trois principales catégories pour les modalités d'organisation de la classe :

- Les élèves travaillent en classe entière (GG, grand groupe)
- Les élèves travaillent en équipe (EQ)
- Les élèves travaillent individuellement (IND)

Dans la catégorie intitulée *Autre organisation* (AO), nous intégrons les moments d'installation de la classe, de transition (déplacement au laboratoire, regroupement des tables au moment du travail d'équipe, etc.) et les moments libres de fin des périodes où l'enseignant autorise les élèves à faire des activités de leurs choix (par exemple, réviser, faire un devoir, discuter, etc.). Notons que cette dernière catégorie ne sera pas considérée dans notre analyse. Le tableau 34 présente les pourcentages du temps consacré à chaque modalité.



Tableau 34  
Modalités d'organisation du travail en classe

	<b>P1(3)</b>	<b>P2(4)</b>	<b>P3(4)</b>	<b>P4(5)</b>	<b>P5(4)</b>	<b>P6(4)</b>
<b>GG(%)</b>	13	33	32	56	6	53
<b>EQ (%)</b>	83	46	64	41	23	47
<b>IND (%)</b>	0	12	0	0	68	0
<b>O A (%)</b>	4	9	4	3	3	0

Comme nous venons de le mentionner, bien que le temps de la catégorie AO ne soit pas significatif pour l'ensemble des enseignants, car certains d'entre eux ont demandé l'arrêt de l'enregistrement lors de la gestion de quelques problèmes disciplinaires (P4 et P6), on peut remarquer que dans le cas du projet P2, ce temps s'élève à 9 % du temps total. Cela s'explique par le fait que durant ce projet, vers la moitié de la première période, les élèves ont eu à se déplacer au laboratoire informatique dans le cadre d'une tâche qui impliquait le recours à Internet.

Afin de mettre visuellement en évidence les modalités d'organisation de la classe retenues par les enseignants aux moments réservés aux apprentissages, nous allons présenter la suite des résultats sous forme de figures. Ainsi, nous présentons, dans un premier temps, la répartition du temps consacré aux tâches orientées vers les apprentissages disciplinaires (données du tableau 34) et les modalités d'organisation du travail en classe pour chaque projet. Ensuite, nous allons faire la correspondance entre les différentes modalités et le statut des savoirs visés (nouveau, réutilisé).

### **6.5. Les modalités d'organisation de la classe durant les moments orientés vers les apprentissages**

La figure 15 présente pour chaque projet les pourcentages du temps consacrés aux tâches orientées vers les apprentissages (à titre de rappel) combinés à ceux représentant les temps retenus pour chaque modalité de travail en classe. Les chiffres indiqués sur chaque bande de la



figure rappellent les pourcentages du tableau précédent (tableau 34). Notons que nous n'avons pas représenté le temps consacré à la catégorie (AO).

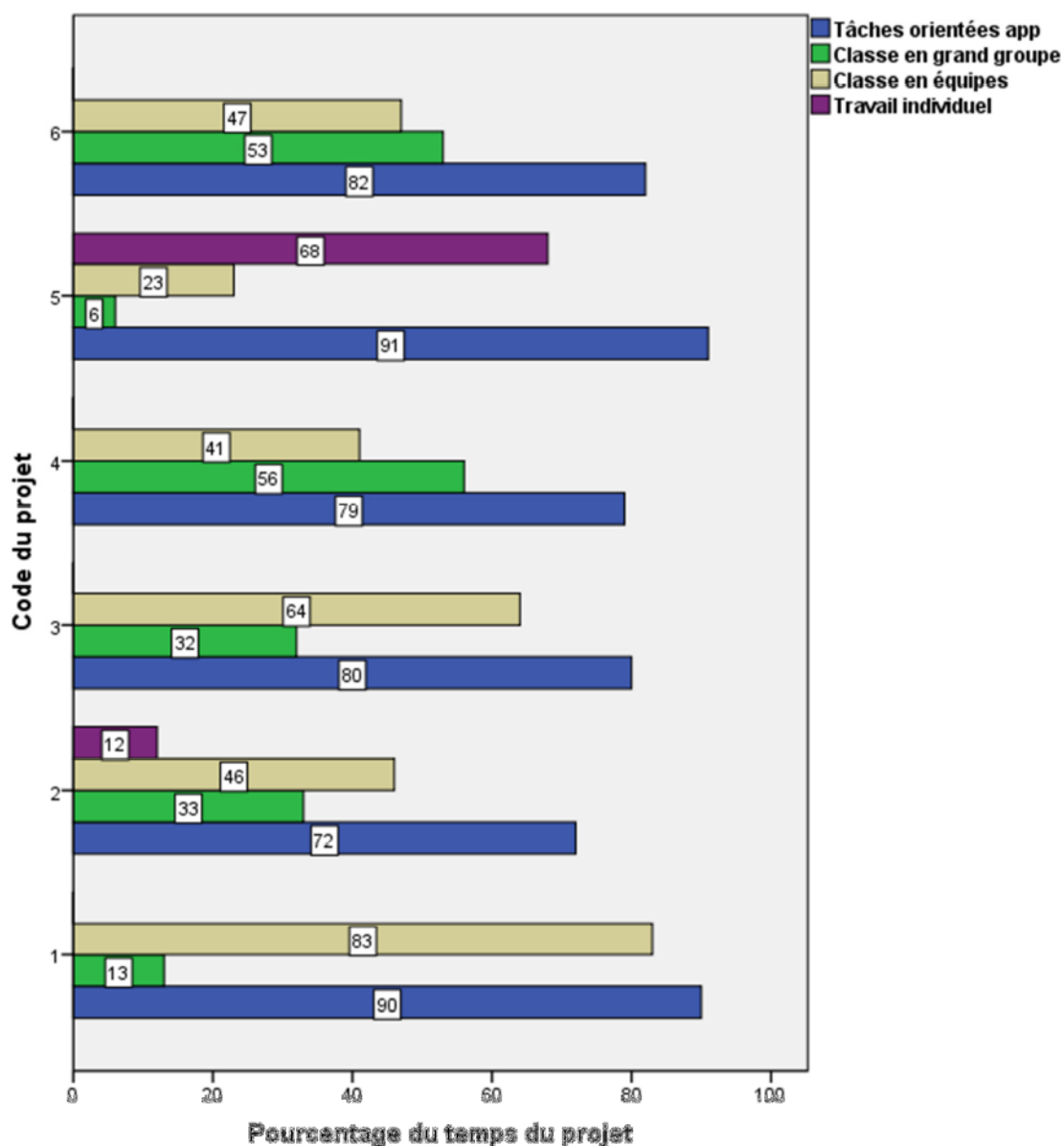


Figure 15 – Temps consacré aux tâches orientées vers les apprentissages et les modalités d'organisation du travail en classe

La figure 15 montre que le projet P5 a une configuration particulière au regard du temps consacré au travail individuel. En effet, alors que le pourcentage de cette modalité est nul pour

quatre projets et qu'il représente 12 % dans le cas de P2, S5 a consacré presque les deux tiers du temps total du projet (68 %) au travail individuel. Deux principales raisons expliqueraient ce fait :

1) S5 a utilisé ce projet comme une situation d'évaluation comme le rappelle l'extrait suivant :

Bien premièrement, c'est une situation d'évaluation. Ce sont des concepts qu'ils ont déjà vus. [...]. (S5 en entrevue)

2) Au-delà de la visée évaluative, dans la définition de l'EPP de S5, l'organisation du travail en classe dans le cadre de projets n'implique pas nécessairement le recours au travail d'équipe.

C'est une approche par projets parce que ça reste un cahier projet et qu'ils doivent réaliser le plan de raquette. Puis, à part de ça, c'est sûr on peut avoir des variantes en dyade et individuel. (S5 en entrevue pré)

Pour les autres projets, on peut noter que l'organisation du travail en équipe a occupé au moins 41 % du temps total des apprentissages. Ainsi, dans les projets P2, P3 et P6, elle avoisine la moitié du temps total. On peut remarquer que dans les cas de S1, ce temps s'élève à 83 %. Rappelons que cet enseignant dit mobiliser la compétence transversale de la coopération comme le rappellent ses propos en entrevue en réponse à la question sur les savoirs que les élèves devaient mobiliser dans le projet :

En fait, j'irais plutôt du côté des compétences, parce que cela fait... c'est le troisième travail d'envergure en équipe. Donc, ce sont toujours des compétences au niveau de la coopération, puis du travail d'équipe. C'est ce qu'ils vont devoir peut-être le plus mobiliser dans ce projet. (S1 en entrevue pré enregistrement)

Examinons maintenant, les modalités d'organisation du travail en considérant la nouveauté ou non du savoir traité. Pour ce faire, nous reprenons une figure que nous avons déjà présentée dans la section réservée à la présentation des résultats d'analyse portant sur les intentions de la séquence d'enseignement. Nous y mettons ces résultats en relation avec ceux concernant les modalités d'organisation du travail en classe (figure 16).

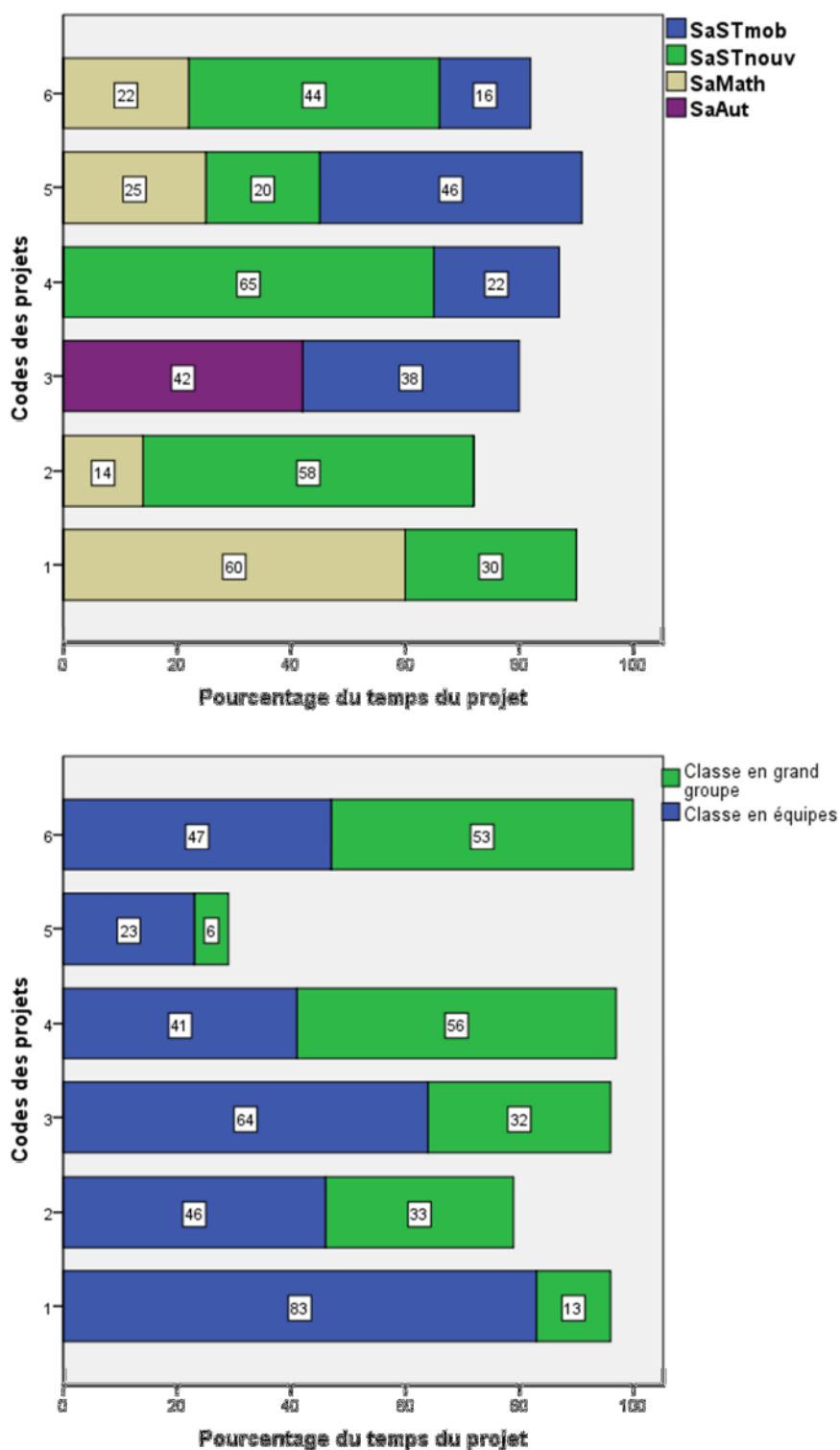


Figure 16- Mise en correspondance des temps consacrés aux tâches orientées vers les apprentissages et les modalités d'organisation du travail en classe

Si on exclut le projet P5 pour lequel les visées évaluatives imposent probablement la prédominance du travail individuel, lorsqu'on examine les modalités d'organisation de la classe en fonction de la nouveauté ou non dans le projet du savoir traité, on remarque les deux cas de figures suivants : 1) le temps réservé au travail en grand groupe est inférieur à celui du travail d'équipe; 2) le temps réservé au travail en grand groupe est supérieur à celui du travail d'équipe.

*6.5.1. Les configurations des structures des projets du point de vue de l'organisation du travail en classe et du statut du savoir*

Le temps réservé au travail en classe entière est inférieur à celui du travail d'équipe

C'est le cas des projets P1, P2 et P3. La figure 17 présente les diagrammes des modalités d'organisation de la classe et les thèmes abordés tout au long de ces projets exportés du logiciel d'analyse. Les couleurs verte et jaune renseignent visuellement sur le statut du savoir. Ainsi, un thème en vert signifie un savoir abordé pour la première fois dans le projet. Le jaune est réservé pour les objets d'apprentissages vus antérieurement au projet.

### Projet P1

Organisation de la classe	2	4	5	7
Inst-classe	1	3	6	8
Travail-GG	3	2	3	4
Transition	1			1
Travail-EQ	1	2		
Travail-IND				
Fin de période		1		1
Thèmes abordés				
Système solaire-Définitions	1			
Conversion d'unités			1	
Notation scientifique-Grands nombres			1	2
Echelle			1	

### Projet P2

Organisation de la classe	2	3	4	5	7	9	10	11	13	15	17	18
Inst-classe	1						2					1
Travail-GG	1		3				4				6	
Transition					1				2			
Travail-IND												
Travail-EQ	1			2					4	5	6	
Fin de période						1						
Thèmes abordés												
Cahier des charges-définition	1	2										
Contraintes d'un cahier des charges			1	2				3				
Dissémination-graines (facteurs et agents)					1	2		3				
Règles de schématisation												
Conception technologique									1			
Fabrication-dispositif												1
Test- dispositif												
Calcul d'une facture									1			

### Projet P3

Organisation de la classe	2	4	5	6
Inst-classe				
Travail-GG	2	3		4
Transition		1		
Travail-EQ			1	
Travail-IND				
Fin de période				
Thèmes abordés				
Élaboration d'un échancier	1	2		
Caractéristiques alimentaires et comportementales		1		
Production d'une présentation		1		
Critère d'évaluation d'une présentation				
Présentation des animaux inventés				

Figure 17- Organisation du travail et statut des thèmes de savoirs traités



Précisons d'emblée que c'est dans ces trois projets que les élèves ont eu à produire une réalisation finale concrète au-delà des traces laissées dans les cahiers des projets destinées à l'évaluation. S2 et S3 ont consacré la majeure partie de la dernière période du projet à la présentation devant l'ensemble de la classe des produits réalisés par chaque équipe. Ce qui, ajouté aux temps d'introduction des activités qui se fait en grand groupe, justifie les pourcentages de 33 % et 32 % du temps du travail en grand groupe pour ces deux projets composés de quatre périodes chacun. Ainsi, si on exclut les moments des présentations des mises en situation des projets P2 et P3, on peut constater que les élèves ont travaillé en équipe durant la grande majorité des moments consacrés aux apprentissages visés.

Si on se centre sur les thèmes portant sur les savoirs disciplinaires, on note que S3 ne vise aucun savoir nouveau. On pourrait penser que le projet serait alors un contexte de révision.

Pour leur part, S1 et S2 visent des notions nouvelles (caractéristiques du système solaire pour S1 et cahier des charges ainsi que des notions reliées aux adaptations végétales pour S2). Or, en observant les modalités d'organisation de la classe durant l'enseignement de ces notions, on peut noter que l'acquisition de celles-ci se fait en équipe en lisant un dossier de presse pour S1 et un site Internet pour S2.

Ces résultats s'expliquent par les visées d'évaluation poursuivies par ces deux enseignants. Rappelons les propos de ceux-ci en entrevue :

Moi, c'est dans le but d'aller évaluer la compétence disciplinaire trois, c'est-à-dire, je vais aller évaluer s'ils sont capables de bien communiquer. Parce qu'ils vont devoir synthétiser l'information. Je vais les laisser juger par eux-mêmes, parce que cela me permet d'aller évaluer ce qu'ils sont capables de sélectionner comme information, puis s'ils sont capables de juger aussi de la pertinence des informations. (S1 en entrevue)

Bien, je veux évaluer la troisième compétence, la communication pour voir s'ils sont capables d'interpréter les messages. Quand ils vont regarder sur Internet, je veux voir s'ils vont être capables d'interpréter et de trouver les bonnes réponses. (S2 en entrevue)

Ainsi, outre le fait que ces deux projets ont été utilisés comme des contextes pour évaluer la compétence disciplinaire de l'ordre de la communication, on peut noter deux remarques.

Premièrement, si on considère les intentions déclarées de S1 et S2 au regard de cette compétence, il se dégage une conception de la communication scientifique qui se compare à la compétence langagière du point de vue de l'enseignement des langues. D'ailleurs, les difficultés rencontrées par les élèves de S1 illustrent cette conception. En effet, l'énoncé de la tâche à faire se présente comme suit :

À partir du dossier de presse que je te donne, tu dois sélectionner les informations pertinentes sur le système solaire, sur les planètes et sur les étoiles.

En équipe de deux, les élèves effectuent la tâche demandée. Voici les échanges entre S1 et une équipe qui a demandé son aide :

P : Oui.

E3 : Est-ce qu'il faut tout lire ça?

P : D'après toi? Si tu décides que tu lis tout ça là. As-tu le temps d'après toi?

E3 : Non.

P : Ok. Il faut que tu apprennes à sélectionner l'information qui est importante. Ok?

E4 : Ok. Il faut juste faire un mini résumé?

P : Donc, tu lis les paragraphes qui te semblent les plus importants. Souvent, les paragraphes qui sont les plus importants, c'est ceux qui sont au début. Là, un moment donné tu vas voir, **tu vas tomber dans du vocabulaire qui est super technique**, et qui est moins essentiel. Toi, limite-toi à aller trouver des informations pertinentes sur le système solaire, sur les planètes, sur les étoiles. Il faut que tu saches c'est quoi le système solaire, il faut que tu saches c'est quoi une planète, c'est quoi une étoile, c'est quoi un satellite.

E3 : Ok.

P : C'est bon?

E3 : Merci.

Cet échange montre que l'enjeu de la tâche est en fait de produire un résumé d'un ensemble d'informations que l'élève doit décrypter puisqu'il doit évacuer les détails techniques (passage en gras) et qu'il doit reconnaître l'information utile alors qu'il ne dispose pas de critères

lui permettant de juger de cette pertinence. Notons que dans le cas de S3, la même conception s'est dégagée de son discours en classe.

Deuxièmement, si S2 précise que tous les savoirs sont nouveaux dans le projet et que l'organisation de la classe a été majoritairement en équipe, ce choix peut être expliqué par la nature de l'Univers traité. En effet, S2 a précisé que c'était le premier projet en technologie de cette classe. Or, cet Univers est souvent associé à des manipulations qui se font généralement en équipe.

Le temps réservé au travail en classe entière est supérieur à celui du travail d'équipe

C'est le cas des projets P4 et P6 pour qui presque tous les savoirs visés sont nouveaux. Rappelons que les écarts entre les deux temps du travail en grand groupe et en équipe sont respectivement de 15 % et de 6 %. Considérant que dans ce cas de figure le temps réservé au travail individuel est nul, on peut conclure que le travail des élèves durant les apprentissages disciplinaires se répartit de manière presque égale entre le travail en grand groupe et le travail d'équipe.

Par ailleurs, nous dégageons d'autres constats. Ainsi, comme le montre la figure 18 qui reprend les modalités d'organisation de la classe et le statut de chaque savoir pour ces deux projets, on peut noter trois principales remarques.

### Projet P4

Organisation de la classe	
Inst-classe	
Travail-GG	1 3 4 5 6 7 8 9 10
Travail-EQ	1 2 4 5
Travail-IND	
Transition	
Fin de période	
Thèmes abordés	
Effets observables des séismes et des volcans	1 2 6 7 8
La tectonique des plaques	3 4 7 8 9 11 12 16 17 19
Les plaques tectoniques de la terre-Pangée	2 3
Répartition des séismes	1 3 4
Répartition des volcans	4
Structure terrestre	3 4 5
Mouvement des plaques	1 2 5 6 9
Simulation des effet des séismes	1 2 4
Simulation de la subduction	1 2 4
Simulation de l'expansion océanique	1 2 4
Effet des forces appliqués à la tectonique	

### Projet P6

Organisation de la classe	1 2 4 5 6 7 8 9 12
Inst-classe	
Travail-GG	1 3 4 5 8
Travail-EQ	1 2 3 4
Thèmes abordés	
Clés dichotomiques	1 2
Données d'un tableau de dénombrement d'espèces	2 3 Dev 4 Ex 5
Diagrammes à bande des espèces	1 2 Dev 3 Ex 4 7
Caractéristiques alimentaires des vivants	1 7
Chaine alimentaire	
Habitat - Facteurs biotiques et abiotiques	
Réseau de concept-construction	

Figure 18- Organisation du travail et statut des thèmes de savoirs traités

Premièrement, si on considère la chronologie de l'introduction des savoirs dans les projets, on remarque que S4 a enchaîné les savoirs nouveaux vers le début du projet pour enfin revenir sur ceux-ci, mais en relation avec d'autres vus antérieurement. Quant à S6, il condense les savoirs nouveaux vers la fin du projet. Deuxièmement, dans l'un ou l'autre des cas, les moments de traitement des savoirs nouveaux se font généralement en classe entière (si on exclut les moments d'introduction des activités qui se font généralement en grand groupe). Considérant que ce sont ces deux enseignants qui définissent l'EPP, entre autres, comme un thème intégrateur, on peut comprendre le nombre relativement élevé de notions vues dans les projets comparativement aux autres enseignants. De plus, c'est S4 qui, en plus de la compétence relative à la communication, a évalué la deuxième compétence disciplinaire qui concerne les savoirs conceptuels.

Si ces deux projets se ressemblent à plusieurs égards, une caractéristique les distingue. En effet, si S6 a commencé son projet par la présentation d'un problème scientifique qui se pose pour les biologistes (ce sont ses propos) et que les tâches effectuées ont abouti sur des savoirs nouveaux à l'instar de toute démarche scientifique, S4 a commencé son projet par une mise en contexte pour situer les élèves quant au contexte du projet et ce n'est qu'à la quatrième période du projet qu'il a reconvoqué la mise en situation pour demander aux élèves de résoudre le problème en appliquant les savoirs vus durant le projet.

En somme, au-delà des particularités des projets, on peut noter que le travail d'équipe caractérise globalement les modalités d'organisation de la classe lors du recours à l'EPP.



## **CHAPITRE CINQUIÈME- DISCUSSION DES RÉSULTATS**

L'objectif général de cette étude exploratoire était de décrire, en adoptant un point de vue didactique, les pratiques d'enseignement en sciences et technologies dans le contexte du recours à un enseignement par projets. Pour ce faire, nous avons analysé les pratiques de six enseignants volontaires qui disent recourir à l'EPP pour enseigner des contenus de leurs choix. Trois dimensions d'analyse ont été retenues pour répondre à cet objectif. La première a consisté à dégager la place occupée par le savoir disciplinaire parmi tous les apprentissages visés. Cet axe a été appréhendé par divers indicateurs : le temps consacré aux apprentissages disciplinaires; la nature de ceux-ci (concepts, démarches, compétences) ainsi que leur statut dans le projet (nouvelle appropriation par les élèves ou mobilisation). La deuxième dimension visait à identifier les caractéristiques de l'EPP que permet de dégager l'analyse des conceptions des enseignants et de leurs pratiques. La troisième dimension, complémentaire aux deux premières, a consisté à identifier les liens entre les caractéristiques de l'EPP et les savoirs visés par les séquences d'enseignement (par les projets). Cette dimension a été explorée à partir de deux composantes : les tâches proposées aux élèves qui, aux yeux des enseignants, favorisent le plus l'apprentissage des savoirs visés; les justifications qui ont motivé leurs choix des projets pour enseigner les savoirs visés. Nous présentons la discussion des résultats en tenant compte de ces trois dimensions.

### **1. DES PRATIQUES VARIÉES, MAIS AVEC DES CONVERGENCES**

#### **1.1. Des pratiques qui s'inscrivent dans les orientations du nouveau programme**

L'analyse des pratiques d'enseignement des sujets de cette étude montre que les objets traités en classe s'inscrivent dans les orientations du programme de ST : l'intégration dans la même séquence d'enseignement (projet) de contenu en provenance des différents Univers (savoirs conceptuels, compétences disciplinaires, etc.), la mise en œuvre de liens entre les sciences et les mathématiques, le recours à des situations d'enseignement reliées à la vie hors de l'école et la prise en considération de quelques principes d'inspiration constructiviste en sont les plus marquantes; la prise en charge des composantes non disciplinaires (compétences transversales, par exemple). Le recours à l'EPP marque de manière spécifique la prise en charge de l'enseignement de ces composantes des programmes.

Dans ce qui suit, nous discutons des résultats saillants en lien avec ces composantes.

*1.1.1. Une prise en charge des compétences disciplinaires*

L'analyse des intentions des enseignants exprimées lors des entrevues pré montre que les compétences disciplinaires sont prises en charge dans les séquences d'enseignement de tous les sujets, mais avec différentes orientations. Pour faciliter l'interprétation des résultats, nous allons rappeler en appui (avec quelques ajouts), le tableau synthèse de ces résultats en lien avec cette question.

**Tableaux 35**  
Les contenus traités et les objets de leur évaluation du point de vue des intentions des enseignants

	Savoirs traités en ST	Temps	Tâches réalisées (E ou P)	Intentions d'évaluation
<b>P1</b>	Vocabulaire scientifique en lien avec le système solaire	30	Lecture dans un dossier de presse (E)	C3 : Trouver la bonne information et la synthétiser
<b>P2(T)</b>	Cahier des charges (fonction; usage) Démarche technologique	44	Lecture dans un manuel (E) Fabrication du dispositif (E)	-
<b>P2(S)</b>	Facteurs et agents de dissémination des graines	14	Lecture sur un site Internet (E)	C3 : Trouver la bonne information
<b>P3</b>	Caractéristiques physiques et comportementales d'un animal	38	Lecture dans un dossier de presse (E)	C3 : Émettre un message clair et cohérent en utilisant un support
<b>P4</b>	La tectonique des plaques	65	Présentation orale en grand groupe (P); simulations analogiques (E); simulations informatiques (P)	C2 : Utiliser de façon pertinente des concepts C3 : Utiliser le vocabulaire adéquatement
	Vocabulaire scientifique relié aux effets d'une force	22	Lecture dans un manuel (E)	-
<b>P5</b>	Pression; force de pesanteur; démarche expérimentale	91	Élaboration d'un dispositif expérimental; sa mise en œuvre; analyse des données et conclusion (E)	C1 : Se représenter une situation Élaborer et mettre en œuvre une démarche pertinente C3 : Utiliser adéquatement les techniques de dessin
	Dessin technique		Dessin technique de l'objet (E)	
<b>P6</b>	Caractéristiques alimentaires des vivants; chaîne alimentaire; caractéristiques d'un milieu	82	Présentation d'un problème scientifique et des étapes à suivre pour le résoudre (P) Mise en œuvre de la démarche (E et P) Présentation orale des concepts issus de cette démarche (P)	C3 : Transformer des données brutes en un tableau et un diagramme

**Rappel des codes utilisés dans le tableau:**

**P2(S)**: partie consacrée aux sciences; **P2(T)** : partie consacrée à la technologie; Cn : Compétence disciplinaire considérée (1, 2 ou 3); P : Enseignant; E : élève; Couleur verte : savoirs nouveaux; Couleur grise : savoirs réutilisés.

Bien que les projets soient différents du point de vue des contenus et de la durée, on constate que malgré l'apparence de la diversité, au regard des indicateurs rapportés dans le tableau 35, les pratiques d'enseignement convergent vers deux principales tendances. La première est représentée par l'ensemble 1 (en rouge) composé des projets (P1, P3 et P5); la deuxième par l'ensemble 2 (en bleu) composé de (P4 et P6). Les lettres S et T entre parenthèses pour le projet P2, signifient respectivement la partie du projet dédiée aux sciences et celle dédiée à la technologie. Nous reviendrons sur le cas de ce projet plus loin.

A) Tendance de l'ensemble 1 (P1, P3, P5) : une entrée par l'évaluation des compétences

Dans les trois projets, la quasi-totalité des savoirs disciplinaires ont été déjà vus antérieurement. Ces cas illustrent une vision de l'EPP qui est utilisé avant tout comme contexte pour l'application ou pour la synthèse de savoirs acquis durant des cours antérieurs (avec une visée supplémentaire d'évaluation des compétences disciplinaires dans le cas de nos sujets). On retrouve cette conception chez certains auteurs. Par exemple, pour Chamberland, Lavoie et Marquis (1995), la pédagogie du projet est « une méthode visant l'application et l'intégration d'un ensemble de connaissances et d'habiletés dans la réalisation d'une œuvre » (p. 111). Cette vision semble être partagée dans certains programmes de l'enseignement universitaire élaborés selon cette approche (par exemple, à la faculté de Génie de l'Université de Sherbrooke).

En outre, dans le cas de nos sujets, comme le montre le tableau, non seulement presque deux tiers du temps des projets de S1 et S3 ont été consacrés à des contenus non disciplinaires, mais également, ceux-ci se limitent à quelques termes du vocabulaire scientifique. De plus, c'est par la lecture que l'élève est amené à s'approprier les apprentissages visés dans les deux cas. Ces deux enseignants ont en fait utilisé le projet pour l'évaluation de la compétence disciplinaire reliée à la communication (C3).

Quant à S5, à la différence des deux autres enseignants, il a aussi évalué la première compétence disciplinaire reliée aux démarches scientifiques et technologiques (C1). L'évaluation de la compétence C3 s'est réalisée à travers l'usage des graphiques et du dessin technique du plan de la raquette.

Ainsi, on peut noter que chez ces trois enseignants, ce sont les besoins de l'évaluation des compétences disciplinaires qui ont orienté les principales tâches du projet.

#### B) Tendance de l'ensemble 2 (P4 et P6) : une entrée par les savoirs disciplinaires

S4 et S6 ont consacré la majorité du temps du projet à des tâches visant l'apprentissage de savoirs nouveaux avec ou sans évaluation, tout en revenant de temps en temps sur des apprentissages déjà vus auparavant, et ce, pour différentes raisons : le transfert d'apprentissages dans un contexte nouveau pour les élèves (cas de S4 pour les notions de force et de mouvement reprises dans le cadre de l'étude de la tectonique des plaques) ou le réinvestissement<sup>73</sup> d'apprentissages déjà vus (cas de S6 pour l'utilisation d'une clé dichotomique). Nous pouvons parler pour ces deux cas d'une deuxième orientation dans l'usage des projets en ce sens que pour eux, les projets offrent des situations d'apprentissage de nouveaux savoirs.

Le cas de S2 est particulier : on peut l'inscrire dans les deux ensembles. Toutefois, si on sépare les objets de savoirs en fonction de leurs disciplines d'origine (sciences ou technologies), on remarque que du point de vue des sciences, le projet P2 reproduit de manière quasi identique le modèle de P3 et il rejoint la première tendance, à savoir l'orientation évaluative. Du point de vue de la technologie, l'enseignant semble utiliser son projet comme situation d'apprentissage de nouveaux savoirs.

Si cette variété dans les usages des projets en ST s'explique, entre autres, par la variété des conceptions que les enseignants ont de cette approche de celle par compétences, une régularité apparaît toutefois dans la manière dont ces enseignants relient les savoirs conceptuels et les compétences disciplinaires : la non-circularité de la relation qui lie ces deux composantes du programme. Cette régularité qui dévoile une zone problématique dans la mise en œuvre des compétences disciplinaires en sciences et technologies, appelle à la réflexion sur les orientations véhiculées par le curriculum à l'égard de l'approche par compétences et sur les modalités de formation à l'enseignement des ST.

---

<sup>73</sup> Terme utilisé par l'enseignant.



### 1.1.2. Une relation univoque entre les savoirs disciplinaires et les compétences

Comme le montre le tableau plus haut, aucun enseignant n'a référé au développement des compétences, et ce, même chez les sujets dont la majorité du temps du projet a été consacrée à l'apprentissage des contenus disciplinaires. En effet, bien que S2, S4 et S6 disent viser des savoirs conceptuels abordés pour la première fois, la compétence reliée à la conceptualisation (C2) n'a été citée à aucun moment comme faisant l'objet d'un développement, et ce, tant en classe, en entrevue et même que dans la planification. La même remarque s'applique dans le cas S6 en ce qui concerne la compétence C1, et pourtant ce dernier a amené ses élèves dans une démarche de résolution d'un problème scientifique. Différentes explications nous paraissent possibles.

En premier lieu, on peut supposer que l'enseignant ne juge pas utile de référer aux compétences lorsque celles-ci ne font pas l'objet d'une évaluation, mais cela implique qu'en tout temps, au moins une compétence est en cours de développement sans que les élèves en soient informés directement ou indirectement. Or, si on considère que les enseignants ont tous précisé aux élèves, à un moment ou à un autre et de différentes manières, les compétences qu'ils allaient évaluer, il est loisible de penser que cela fait partie des pratiques régulières de ces enseignants. Conséquemment, il devient difficile d'envisager comment cette évaluation sera effectuée sans que les élèves ne sachent reconnaître l'objet sur lequel ils seraient évalués. Ce qui nous amène à penser que cette explication est peu plausible, même si elle n'est pas impossible.

Une deuxième explication est relative au sens que l'enseignant donne aux différentes compétences. En effet, dans le cas de la C1, comme l'intitulé de la compétence est *Chercher des réponses ou des solutions à des problèmes d'ordre scientifique ou technologique*, on pourrait penser que dans le cas où l'enseignant ne fait pas le lien entre cette compétence et les démarches scientifiques et technologiques ou qu'il ne « perçoit » pas la situation comme un problème scientifique ou technologique, il n'évoque pas cette compétence. Dans le même sens, si la compétence C2 dont l'intitulé est *mettre à profit ses connaissances scientifiques et technologiques* est prise au premier niveau de son intitulé, la mise à profit pourrait être interprétée comme si l'élève dispose déjà des connaissances et qu'il n'a qu'à les mettre à profit. Imaginons qu'un enseignant qui conçoit cette compétence sous cet angle aborde des savoirs que le programme inscrit dans des thèmes ou des concepts intégrateurs différents par exemple (d'où

l'apparence de la nouveauté), et que cet enseignant perd de vue (même provisoirement) l'idée que les savoirs s'inscrivent dans une trame conceptuelle qui les relie même si l'entrée pour les aborder varie, alors la compétence C2 n'a pas lieu d'être citée.

Une troisième explication serait reliée à la compréhension que l'enseignant a de la notion de compétence elle-même. Ainsi, si pour lui, celle-ci renvoie à la capacité de l'élève de mobiliser des ressources de différentes natures (dont les connaissances) dans une situation donnée et que la relation réciproque n'est pas considérée dans sa vision (le savoir contribuant au développement de la compétence), alors celle-ci ne peut qu'être évaluée. Pour l'exprimer autrement, si pour l'enseignant, la relation entre le savoir et la compétence est univoque, alors une compétence ne peut que s'évaluer. Cette vision se traduirait ainsi dans l'enseignement : au moment de l'enseignement des savoirs disciplinaires, les compétences disciplinaires sont mises de côté et c'est lors de leur évaluation que ce qui a déjà été enseigné sera convoqué dans une situation (le projet dans ce cas) comme ressource à mobiliser. Cette explication peut être soutenue par les résultats d'enquêtes réalisées par *focus groups* (9 groupes composés de 71 enseignants) auprès d'enseignants notamment sur le changement de leurs pratiques dans le cadre de l'approche par compétences (Hasni et Bousadra, 2011; Hasni, Bousadra et Roy, 2011). Dans cette étude, les données considérées étaient les réponses des enseignants chaque année, dans le cadre de *focus groups*, à un ensemble de questions, dont la suivante : *Le programme actuel prône une approche par compétences. Quelle place occupent les compétences (disciplinaires et transversales) dans votre enseignement et comment s'y concrétisent-elles?*

Les résultats de cette recherche montrent d'abord que plusieurs enseignants disent éprouver des difficultés à saisir le sens des compétences (surtout la compétence C1). De plus, le discours de ces enseignants est également marqué par les difficultés de l'évaluation des compétences ainsi que leur mise en œuvre surtout en ce qui concerne la relation entre les connaissances et les compétences. Les enseignants affirment qu'ils abordent d'abord avec leurs élèves les savoirs conceptuels de manière à s'assurer de leur compréhension, avant de travailler les compétences. Lors de l'évaluation, ce sont ces dernières qui sont prioritairement considérées. Les extraits suivants du discours de ces enseignants illustrent ces résultats :

Je suis capable de lui donner (à l'élève) les savoirs essentiels [...] C'est qu'on passe très peu de temps à enseigner les compétences. On passe énormément de temps à

enseigner les savoirs essentiels qui, un jour, vont aider dans sa compétence [...] Honnêtement, je ne me sens pas très qualifié pour enseigner ça. (intervention 1 dans Hasni et Bousadra, 2009)

J'enseigne des connaissances qui vont leur servir à être compétents [...] dans une chose. (intervention 2 dans Hasni et Bousadra, 2009)

Ce qui fait que pour moi, les compétences, oui, j'essaie de leur donner tout ce qu'il faut comme connaissances pour que, quand ils vont faire la compétence, ils soient corrects. (intervention 3 dans Hasni et Bousadra, 2009)

Ainsi, si on considère cette perspective, la compétence serait « quelque chose » qui s'enseigne, mais qui n'est pas de même nature que les connaissances disciplinaires. Elle se travaille, mais indirectement. Comme le but ultime est de rendre l'élève compétent, et donc capable de mobiliser adéquatement et par lui-même ses ressources (dont les connaissances) dans une situation donnée, l'élaboration des connaissances disciplinaires devient de l'ordre des moyens.

Cette conception pourrait être également induite en partie par une interprétation du discours officiel. En effet, comme le montre l'extrait suivant du programme de ST, les compétences sont certes reliées aux savoirs, mais ce lien semble se décliner en termes de simple mobilisation de ceux-ci pour le développement des compétences

Les compétences sont indissociables des objets d'étude que privilégie le programme de science et technologie. [...] Les concepts prescrits permettent de rendre compte des phénomènes en rapport avec ces problématiques et constituent, chacun à leur manière, des ressources essentielles au développement des compétences. (MELS, 2006, p. 269)

Il est d'ailleurs clair que pour les sujets de cette étude, l'appréhension de cet « objet d'enseignement » en tant que composante du programme qu'est la compétence n'est actuellement accessible que par l'évaluation. Autrement dit, du point de vue de l'enseignant, tout ce qu'on peut faire une fois les connaissances enseignées, c'est constater, jusqu'à quel point une compétence est atteinte avec tout ce que cela implique d'incertitude. Les propos de deux enseignants, extraits de l'étude de Hasni *et al.* (2011), sont d'ailleurs éloquents en ce sens :

Même si je ne doute pas de mon jugement professionnel, des fois je trouve ça très, très subjectif!

Ça m'est déjà arrivé de finir de corriger puis de dire : « Ha non! Finalement, ce n'était pas comme ça qu'il fallait que je corrige! » Là tu reprends ta pile puis là tu la recorriges. Parce que tu te dis : « Ha non! Ce n'était pas ça! » [...] L'évaluation, c'est difficile. (Intervention 8 dans Hasni et Bousadra, 2009)

Bien entendu, la formulation de la perspective décrite est exagérée, mais l'idée sous-jacente, entretenue par le discours ministériel lui-même, soulève un problème de fond, à savoir l'ambiguïté du lien entre les savoirs disciplinaires et les compétences.

### *1.1.3. Une centration sur la compétence reliée à la communication en ST*

La visée évaluative est commune à tous les projets, mais c'est la compétence C3 qui est ciblée par l'ensemble des sujets. Si les besoins de l'évaluation en soi sont légitimes, les objets de celle-ci montrent une compréhension particulière de cette compétence. En effet, sachant que ces enseignants désirent évaluer la compétence reliée à la communication, qui rappelons-le est une compétence disciplinaire, on peut se demander quels aspects de celle-ci on évalue par des tâches de lecture.

Pour illustrer nos propos, nous nous servons d'un extrait, cité précédemment, d'un échange entre S1 et une équipe de deux élèves dans le cadre de l'évaluation de cette compétence, laquelle s'appuie sur une activité de lecture. S1 a en effet remis aux élèves, travaillant en équipe de deux, un dossier contenant des informations au sujet du système solaire.

(14 :05 de la première période; S1 échangeant avec une équipe de deux élèves, E3 et E4)

E3 : Est-ce qu'il faut lire tout ça?

P : D'après toi, si tu décides que tu lis tout ça là. As-tu le temps d'après-toi?

E3 : Non.

P : Ok. Il faut que tu apprennes à sélectionner l'information qui est importante.

E4 : Ok. Il faut juste faire un mini résumé?

P : Ben, tu lis les paragraphes qui te semblent les plus importants. **Souvent les paragraphes qui sont les plus importants, c'est ceux qui sont au début.** Là un moment donné tu vas voir, **tu vas tomber dans du vocabulaire qui est super technique, et qui est moins essentiel.** Toi, limite-toi à aller trouver des informations pertinentes sur le système solaire, sur les planètes, sur les étoiles. Il faut que tu saches



c'est quoi le système solaire, il faut que tu saches c'est quoi une planète, c'est quoi une étoile, c'est quoi un satellite.

E4 : Ok.

P : C'est bon?

E3 : Merci (P se dirige vers une autre équipe).

Les échanges montrent que si ces élèves sont conscients du fait qu'il faudrait sélectionner des informations en fonction de leur pertinence, il leur est délégué de « décoder » les critères pour reconnaître cette pertinence, ce à quoi l'enseignant répond en donnant des indices (propos en gras). Ajoutons à cela que même pour l'enseignant, l'activité en est une de lecture. En effet, à la réponse sur les difficultés qu'il a éprouvées durant la séance, il répond

Oui bien parfois c'est quand les élèves me demandent : Cette information-là est-ce qu'elle est importante ou pas? Je trouve cela difficile de... d'en juger puis moi en même temps, je veux leur laisser juger par eux-mêmes, parce que cela me permet d'aller évaluer ce qu'ils sont capables de sélectionner comme information, puis s'ils sont capables de juger aussi de la pertinence des informations.[...] Et évidemment, cela leur demande de lire beaucoup. Donc, ils doivent lire beaucoup, puis souvent ils veulent faire cela très rapidement et ils passent à côté d'informations pertinentes.

Ainsi, l'occasion d'une initiation des élèves à une dimension épistémologique centrale dans l'activité scientifique (la construction d'une définition scientifique se base sur des critères discutés dans la communauté scientifique comme l'illustre la controverse au sujet de Pluton) s'est noyée dans une recherche d'information. L'activité s'est ainsi transformée en un jeu de devinette, ce que la suite des échanges entre les élèves de cette équipe montre d'ailleurs. À l'annexe 11, on retrouve [un extrait de la suite de cet échange](#).

De plus, si on considère les indices donnés aux élèves, on peut mettre en doute, questionner même, les critères de réussite sous-jacents à l'atteinte de cette compétence. Ainsi, quelles habiletés faut-il avoir pour être considéré comme compétent? Faut-il avoir un flair pour reconnaître l'utilité d'une information à partir de son emplacement dans un paragraphe? De sa proximité avec des mots qu'on retrouve dans les questions demandées? Des termes utilisés dans les définitions présentées dans un dictionnaire (les élèves de l'équipe citée en exemple ont utilisé cette stratégie pour décider ce qu'il faut cibler dans le dossier de presse qui leur a été imposé par l'enseignant), etc.?



Notons qu'à l'instar de S1, à quelques différences près sur les formes du matériel utilisé comme support pour la recherche, ce sont les mêmes objectifs qui sont poursuivis par S2 et S3 : l'utilisation des bons termes, la maîtrise de la recherche d'information, de la synthèse et de la communication claire.

Ces résultats peuvent à notre sens s'expliquer par le contexte socioéducatif actuel marqué par le souci de former des élèves autonomes capables de repérer l'information pertinente dans un monde où celle-ci est abondante. La volonté d'amener l'élève, en réponse aux prescriptions officielles, à développer la compétence transversale *communiquer de façon appropriée* pourrait être une autre explication : certains enseignants ne distinguent peut-être pas la différence entre cette compétence transversale et celle qui est disciplinaire. L'ambiguïté du discours ministériel lui-même au regard de l'évaluation ne permet pas d'outiller les enseignants à opérationnaliser ces orientations (APC, EPP, etc.) dans le contexte d'enseignements disciplinaires. Les enseignants ont largement fait référence à ce problème dans le cadre des *focus groups* rapportés précédemment.

Ce glissement de sens de la compétence de communication est en effet, une des dérives connues de cette dimension de l'activité scientifique et technologique, comme le soulignent bien Astolfi *et al.* (2006) : « c'est que la production des écrits devienne une fin en soi, au détriment des activités d'investigation et de débat oral. Il est important de contrôler qu'elle reste bien un outil au service de la formation scientifique » (p. 168). En effet, poursuivent les auteurs, si l'usage adéquat du lexique propre aux sciences et à la communication pour l'échange sont caractéristiques de l'activité scientifique, l'écrit pour soi pour des fins de conservation ou de mémoire fait également partie intégrante de celle-ci,

L'activité scientifique savante ne peut s'envisager sans réalisation et conservations de traces, sous des formes variables, mais systématiques (des inscriptions). Celles-ci concernent aussi bien les traces de l'activité empirique (observations, expériences) que de l'activité intellectuelle (idées, explications, modèles). [...] Les écrits scientifiques présentent des exigences spécifiques qui doivent faire l'objet d'apprentissage, chemin faisant. [...] les apprentissages langagiers du cours de français ne fournissent pas toujours, prêts à l'emploi, les outils linguistiques nécessaires. Inversement, les sciences sont l'occasion d'un enrichissement de la maîtrise de la langue (p. 172-173).

Du côté de la technologie, plusieurs auteurs montrent la difficulté de l'enseignement de cette dimension, et ce, à différents niveaux (Doulin, 2001; Hamon, 2009; Vérillon, 2001; Rabardel, 1995). Par exemple, Vérillon (2001) rapporte la non-adéquation des situations didactiques proposées aux élèves au regard de la communication graphique en général. Ainsi, note-t-il, rares sont les situations où les élèves assument réellement les rôles d'un destinataire et un destinataire et réfléchissent sur la conduite d'un processus de communication. D'une part, ce sont généralement les enseignants qui proposent les productions graphiques qu'il faut manipuler et, d'autre part, les élèves produisent des graphismes dont ils sont les propres destinataires. Ce type de situations contribue à donner à ces graphismes un caractère scolaire non signifiant où l'usage perd son sens.

Notons que dans notre étude, les enseignants qui ont proposé à leurs élèves des tâches utilisant les graphismes techniques (S2, S5) ont reproduit les dérives rapportées par Vérillon (2001). En effet, autant les élèves de S2 que ceux de S5 n'ont produit les schémas de leurs solutions que parce que ceux-ci étaient évalués. D'ailleurs, S2 prévoyant que les élèves contourneraient cette étape, car ils ne saisissent pas la pertinence de faire un schéma du moment qu'ils peuvent fabriquer le dispositif qui leur est demandé, a interdit aux élèves le passage au laboratoire sans son autorisation laquelle est attestée par son cachet sur le schéma de l'élève. Comme l'outil graphique n'est pas perçu comme présentant un caractère fonctionnel, la manière de le faire accepter aux élèves passe par le recours aux moyens d'expression de l'autorité scolaire dont l'évaluation dans le cas de S2.

Ainsi, malgré le fait que le programme dédie une compétence à la communication scientifique soulignant ainsi son importance, les préoccupations actuelles envers la qualité de la

langue<sup>74</sup>, légitimes, et le développement de l'autonomie de l'élève en matière de recherche d'information semblent provoquer un glissement de sens substituant la communication au sens langagier à celle qui caractérise les sciences et technologies.

Dans le contexte de l'EPP, les données que nous venons de discuter montrent que même en ST la compétence de communication risque de devenir une fin en soi et au mieux un moyen pour l'évaluation.

#### 1.1.4. Une prise en charge des compétences transversales

Les résultats de l'analyse de la répartition du temps en fonction des objets traités ainsi que les tâches effectuées durant les projets montrent que S3 a consacré environ (20 %) du temps du projet à la compétence transversale *se donner des méthodes de travail efficaces* à travers une activité sur la gestion de l'échéancier d'un projet. Pour sa part, afin de travailler la compétence *coopérer*, S1 a choisi une organisation de la classe en travail d'équipe durant 83 % du temps du projet. De plus, presque les deux tiers du projet ont porté sur la résolution de problèmes. Cet enseignant explique qu'il visait également le développement de la compétence transversale *résoudre des problèmes*.

L'étude de Hasni et Bousadra (2009) portant sur 22 enseignants montrait qu'entre 2005 et 2008, en ce qui concerne l'enseignement des sciences, les compétences transversales « ne semblent pas être, pour les enseignants, les éléments organisateurs de leur enseignement. [...] Les enseignants de ST sont préoccupés d'abord, au moins dans la phase actuelle de l'application de la réforme, par les objets disciplinaires » (p. 5). La présente étude montre que deux sujets ont abordé de manière directe des compétences transversales dans l'enseignement des ST. Dans une

---

74 Dans un avis au MELS, le CSE (2007) a émis les recommandations suivantes : « Étant donné l'importance de la maîtrise de la langue d'enseignement, le Conseil supérieur de l'éducation recommande au ministre de l'Éducation, du Loisir et du Sport :

3) de privilégier l'axe linguistique de la compétence « Communiquer de façon appropriée » afin de mobiliser davantage les efforts autour de la maîtrise de la langue. Considérant que l'appropriation, la prise en compte et l'évaluation des compétences transversales par le personnel enseignant font appel à l'expression de compétences professionnelles particulières, le Conseil supérieur de l'éducation recommande au ministre de l'Éducation, du Loisir et du Sport :

4) de veiller à ce que des mesures de formation et d'accompagnement en vue de soutenir le développement professionnel du personnel enseignant au regard des compétences transversales soient mises en place et de veiller à leur suivi et à l'évaluation de leurs effets, en collaboration avec les commissions scolaires ». (p. 39)

enquête menée auprès d'enseignants toutes disciplines confondues, le CSE (2007) rapportait que globalement les enseignants commencent à se familiariser avec les compétences transversales, notamment, leur évaluation :

Trois compétences transversales semblent toutefois plus faciles à évaluer par les enseignants. Elles correspondent à celles qui sont travaillées le plus souvent par ces derniers : « Coopérer » (81 %), « Se donner des méthodes de travail efficaces » (82 %) et « Communiquer de façon appropriée » (78 %). Les deux compétences transversales les plus difficiles à évaluer sont : « Exercer son jugement critique » (37 %) et « Structurer son identité » (32 %) (CSE, 2007, p. 33)

Les deux sujets qui ont traité de ces compétences dans leur projet ont ciblé les mêmes compétences que celles rapportées par le CSE. On pourrait expliquer ces faits différemment selon les sujets. Ainsi, dans le cas de S3, le souci de rendre l'élève autonome dans ses apprentissages passe pour lui par l'apprentissage de la compétence *se donner des méthodes de travail efficaces*. Remarquons que l'enseignant a bien précisé que son souci est partagé par d'autres collègues de son école (notamment l'enseignant de géographie).

Si, comme le recommande le discours officiel, les enseignants doivent de plus en plus considérer ces compétences dans leur enseignement, les cas des deux sujets de cette étude illustrent une mise en œuvre hautement problématique de celles-ci dans des cours de sciences, et ce, sachant que les compétences ciblées figurent parmi celles qui sont perçues plus faciles à mettre en œuvre par les enseignants (CSE, 2007). En effet, dans le cas de S3, pour développer la compétence *se donner des méthodes de travail efficaces*, il a proposé aux élèves une activité qui a consisté à leur remettre une liste de tâches à faire et leur demander de les placer dans l'ordre en fonction du temps prévu pour le déroulement du projet. Or, si on consulte la liste de ces tâches, on s'aperçoit que celles-ci sont présentées comme un puzzle. Ce qui n'est pas surprenant si on considère que pour réaliser leurs produits (inventer un animal), ils devaient piger au hasard un ensemble de contraintes (type d'écosystème, régime alimentaire et mode de locomotion). Ainsi, pour développer cette compétence, l'enseignant a proposé un ensemble de tâches contextualisées par un concept scientifique (l'adaptation animale), mais dont la séquence d'enchaînement didactique obéit à une logique organisationnelle et non conceptuelle (la trame conceptuelle du concept). À la limite, on pourrait remplacer le concept d'adaptation animale par un autre sans



trop affecter les intentions de l'enseignant du point de vue des visées poursuivies au regard de cette compétence.

Quant à S1, presque les deux tiers du projet ont porté sur la résolution de problèmes purement mathématiques qui n'ont à aucun moment servi à des apprentissages en sciences si ce n'est pour définir des concepts avec des mots qui sont pourtant chargés par des conceptions de sens commun, confondant ainsi concept quotidien<sup>75</sup> et concept scientifique (Vygostky, 1987).

Considérant la nouveauté de ces objets dans l'enseignement des ST, nous interprétons prudemment ces résultats. Ceux-ci nous semblent d'abord à mettre en relation avec les conceptions véhiculées par le discours officiel au sujet des compétences transversales et de l'EPP. Rappelons que le développement de celles-ci figure parmi les justifications du recours à l'EPP que le discours officiel met de l'avant.

Mais au-delà de ce lien, c'est la définition même de ce qu'est une compétence transversale qui nous semble le point névralgique. En effet, dans les justifications de l'importance de ces compétences dans le nouveau programme, il est affirmé d'une part, qu'

Elles (les compétences transversales) doivent également être l'objet d'apprentissages puisqu'elles se développeront d'autant mieux qu'elles seront intentionnellement sollicitées et donneront lieu à un travail (MELS, 2009, p. 33).

Et, d'autre part,

Les compétences disciplinaires ne couvrent que partiellement les habiletés essentielles à l'atteinte des objectifs du Programme de formation. D'autres compétences, dites transversales, sont requises et ne peuvent se développer que dans la mesure où elles sont l'objet d'interventions dans toutes les disciplines et les activités de l'école. (MELS, 2006, p. 33)

Ces prescriptions officielles pourraient avoir des implications qui expliqueraient nos résultats. Ainsi, dans la mesure où tous les programmes disciplinaires sont concernés par le développement de ces compétences et que ce développement est tributaire du fait que celles-ci

---

<sup>75</sup> Avec les percées technologiques en astronomie médiatisées par des personnalités artistiques et d'autres connues sur la scène nationale, les termes planète, étoile, satellite, etc., sont couramment utilisés dans le langage quotidien des élèves.



font ou non l'objet d'intervention dans chacune des disciplines, pour certains enseignants des ST, ces compétences peuvent être interprétées comme étant des objets de formation à « ajouter » aux savoirs et aux compétences disciplinaires et non comme des compétences qui se développent « à travers » ceux-ci. La vision qui dissocie les compétences transversales des apports spécifiques de chaque discipline a d'ailleurs été anticipée par le discours officiel lorsqu'il tentait de clarifier les modalités de prise en compte de ces compétences. Le MELS (2006) précise ainsi

Si la notion de *compétence transversale* peut sembler relativement nouvelle, elle rejoint pourtant les pratiques de nombreux enseignants et intervenants soucieux de solliciter les ressources cognitives, sociales et affectives de leurs élèves pour permettre une meilleure intégration des savoirs. De ce point de vue, les compétences transversales ne sont pas un ajout au curriculum. Elles constituent plutôt un ensemble de repères permettant de mieux cerner des dimensions importantes de l'apprentissage qui ne doivent pas faire l'objet d'un travail en soi, en dehors de tout contenu de formation, mais être sollicitées et travaillées tant dans les domaines disciplinaires que dans les domaines généraux de formation. (p. 33)

Ces visées ne semblent pas se transférer dans les pratiques des deux enseignants de cette étude. D'ailleurs, même l'enquête du CSE (2007) confirmait aussi ce constat :

Les propos recueillis auprès du personnel enseignant poussent l'analyse dans deux directions. En premier lieu, ces propos mettent en relief une tension entre diverses compréhensions possibles du sens des compétences transversales. En second lieu, ils appellent de façon pressante une instrumentation, par l'entremise d'outils pratiques qui permettraient de progresser. (p. 33)

Le cas des sujets de notre étude illustre ces tensions et les dérives possibles dans l'enseignement des sciences et technologies.

#### 1.1.5. *Des tentatives d'intégrer les différents univers du programme de ST*

Sur le plan des apprentissages propres au ST, l'analyse des intentions d'apprentissage montre que les enseignants ont visé au moins deux univers du programme. On pourrait dire que la visée d'intégration des univers préconisée par le programme a été, en partie, mise en œuvre chez la majorité des sujets. Rappelons que dans le programme, le MELS (2006) recommande le recours à des situations intégratives qu'il définit ainsi :

[...] Une situation est intégrative lorsqu'elle permet de mobiliser des connaissances issues des différents univers du contenu de formation : l'univers technologique, l'univers matériel, l'univers vivant ainsi que la Terre et l'espace. L'intégration exige non seulement la mobilisation de connaissances d'origines diverses, mais également leur articulation. (p. 272)

Si, par les projets mis en œuvre, les enseignants ont fait appel à des connaissances de différents univers, l'analyse des tâches proposées aux élèves fait état de problèmes sur le plan de l'articulation de ces connaissances chez certains enseignants.

En effet, dans le cas du projet P2, si les notions d'adaptations végétales- les facteurs et agents de dissémination (univers vivant)-et celles de cahier des charges et de contrainte (univers de technologie) convoquées dans un même projet ont permis de discuter de certains enjeux environnementaux (la pollution), sur le plan didactique, les manières de relier ces notions présentent un problème de fond. Imaginons, par exemple, qu'on supprimait du projet toute l'activité de recherche montée autour des types et des facteurs de dissémination des graines en imposant simplement au début du projet que le dispositif se déplace par le vent, cela n'aurait modifié ni la nature du produit, ni le déroulement du projet. Et l'inverse est vrai également. On peut très bien effectuer l'activité de recherche sur ces facteurs sans avoir besoin d'étudier ni la notion de contrainte ni celle de cahier des charges. Ce qui montre que le lien entre ces notions est artificiel du point de vue conceptuel. Ce constat met en évidence que l'intégration des champs disciplinaires en ST pour cet enseignant revient à une juxtaposition de quelques notions issues de différents champs disciplinaires dans le cadre d'un projet.

Pour sa part, S4 a tenté de mettre en relation les notions des effets d'une force déjà vues antérieurement, comme le rappelle l'extrait suivant de l'intention déclarée de l'enseignant :

Donc, je veux qu'ils soient capables de réinvestir le vocabulaire vu en techno avec des matériaux. C'était la construction d'un bolide qu'ils devaient faire. Et là, ce vocabulaire-là, je veux qu'ils puissent le mettre en relation avec la tectonique des plaques. (S4 en entrevue)

En classe, au début de la quatrième période du projet en introduisant l'activité, il explique les tâches à faire aux élèves :

[...] tu vas chercher les mots de vocabulaire associés à la technologie. Donc, les forces, compression, tension, allongement, cisaillement, écrasement, torsion... Tu vas rechercher dans ton livre. Puis là, j'ai encore mis les pages, 219 à 232. Tu me

ressors le vocabulaire, tu me le définis sur la troisième feuille, et c'est celle-là qui est vraiment importante ce matin. En équipe de deux, associez le vocabulaire technologique au vocabulaire de la tectonique des plaques. [...] Le but de l'exercice, c'est que vous ayez plus de mots quand vous allez m'expliquer votre choix, la semaine prochaine, de votre volcan ou de votre séisme. J'ai fait un exemple, je vais en faire un deuxième. Donc, le premier que je vous avais dit, la compression, tu vas voir dans ta feuille (P montre le document aux élèves), compression : « c'est une force qui pousse sur un corps, cette force peut provoquer ou modifier le mouvement ou causer la déformation ». C'est ce qu'ils ont trouvé comme définition de compression. Prenons un exemple, admettons une canette que j'écrase, je comprime une canette, là je pars de quelque chose de très petit ou quotidien, des forces qu'on voit, on a fait un bolide, on a parlé de forces, on a parlé de mouvements, on a parlé de toutes sortes de choses technologiques. Et là, je veux le relier au niveau planétaire.

Si l'idée de l'application des effets d'une force (dans un contexte technologique avec des matériaux) aux phénomènes géologiques (un contexte nouveau) peut sembler pertinente, la mise en œuvre de cette idée de transfert présente des problèmes. Premièrement, les tâches demandées aux élèves ont consisté à relier surtout les termes d'un univers (technologie) pour exprimer ceux d'un autre (géologie). Rappelons que la visée sous-jacente à ce choix est l'évaluation de la compétence à communiquer (produire des messages en utilisant le langage scientifique), et qui allait se dérouler durant la séance subséquente. Or, il est difficile de voir comment cette association de vocabulaire pourrait se faire uniquement par la lecture des définitions suivie de quelques exemples. Cela présuppose que pour l'enseignant, la lecture des mots décrivant des phénomènes physiques accompagnée de la présentation de quelques exemples les représentant suffit pour la conceptualisation. Cela présuppose également qu'il suffit de rapprocher textuellement les définitions et les exemples de deux phénomènes pour dégager les attributs qui leur sont communs, surtout que l'élève ignore ce qu'il faut « voir » et comparer dans ces phénomènes. Tout ce qu'il est amené à faire, c'est décoder ces liens entre des mots comme *pousser, comprimer, déformation, etc.* selon le sens qu'il leur attribue au quotidien.

À cela s'ajoute le fait qu'au moment de la réalisation des tâches, l'élève ne peut qu'user de sa mémoire pour se rappeler des déformations dues à la subduction, l'expansion, etc. d'une part, et que chacun de ces phénomènes présente plusieurs effets de force à la fois, d'autre part. D'ailleurs, bien que l'enseignant ait anticipé quelques difficultés des élèves dans la réalisation des tâches demandées, il dit qu'il ne s'attendait pas à autant de difficultés :



[...] les élèves devaient faire une association de vocabulaire et je ne m'attendais pas à ce qu'ils aient autant de difficulté à comprendre d'aller chercher les définitions. Ils avaient beaucoup de difficulté à aller chercher les définitions dans le manuel pour associer le vocabulaire et les définitions. Ça, c'était assez inattendu et beaucoup plus long que je m'attendais aussi. (extrait de l'entrevue post)

De plus, l'organisation des liens entre les disciplines uniquement à travers l'association des mots (et même de concepts) n'est pas suffisante. Comme le soulignent Martinand (1992) et Orange (2007), ce qui distingue une discipline d'une autre, ce ne sont pas seulement les savoirs qu'elle produit, mais également le genre de problèmes et de questions qui se posent pour chacune. On peut penser que pour l'enseignant concerné par cette analyse les difficultés rencontrées sont associées à la formation sur le plan disciplinaire. En effet, notons d'abord que celui-ci détient un baccalauréat en enseignement au préscolaire et au primaire (BEPP) et un autre disciplinaire qui n'inclut pas la géologie. De plus, cet enseignant précise que ce projet lui a demandé beaucoup d'efforts sur le plan de la préparation, car il devait d'abord s'approprier lui-même les concepts entourant le modèle de la tectonique des plaques.

Bien que l'intégration des sciences et technologies ne soit pas l'objet principal de notre étude, les résultats dénotent un problème lors de la mise en œuvre des liens entre les différents champs disciplinaires composant le nouveau programme. À cet égard, nos résultats rejoignent ceux issus d'autres recherches. En effet, les enjeux de l'intégration des ST au Québec ont été soulevés dans quelques études effectuées à la suite de la restructuration des programmes de ST (Bousadra, Hasni, Lefèvre et Drouet, 2010; Hasni, Bousadra et Lefèvre, à paraître; Lacasse et Barma, 2012). Celles-ci ont montré notamment la difficulté pour les enseignants de prendre en charge l'enseignement de la technologie, qui est absent de la formation initiale ou y occupe une place mineure. Par exemple, dans l'étude de Lacasse et Barma (2012), les auteurs montrent qu'une « limite importante à l'intégration de la technologie à l'enseignement des sciences proviendrait de la surcharge de travail ainsi que des craintes exprimées par les enseignants » (p. 179). Les auteurs soulignent « la nécessité d'une formation continue qui rassure les enseignants dans leur développement professionnel » (*Ibid.*). Hasni *et al.* (à paraître) abondent dans le même sens en rappelant de leur côté que « le peu de formation continue offerte lors de l'implantation de la réforme, ne semble pas être suffisante » (p. 15).

La question de la formation des enseignants pour l'enseignement de la technologie est d'actualité même dans des pays comme la France, où l'histoire de l'éducation technologique est ancienne. Dans une réflexion sur les problèmes que connaît cette éducation d'un point de vue curriculaire, Martinand (2003) soutient que « ce que signifie la technologie, et ce que permet sa mise en œuvre comme discipline, c'est avant tout d'affronter directement les techniques d'aujourd'hui, sans détour préalable par les sciences, et de le faire en utilisant les compétences d'enseignants spécifiquement formés à cela » (p. 104). Sans vouloir ouvrir ici un débat sur les distinctions et les spécificités des sciences et de la technologie à l'école, il est important de mentionner que la technologie pose un défi particulier pour l'EPP. D'un côté, parce qu'elle est davantage porteuse de ce type d'enseignement; de l'autre côté, parce que dans le contexte des nouveaux programmes, l'EPP appelle à la prise en charge d'un enseignement intégré des sciences et de la technologie dans le cadre de l'EPP.

#### *1.1.6. Des tentatives de faire des liens entre les sciences et les mathématiques*

Les résultats de l'analyse du discours des enseignants sur les intentions d'apprentissage révèlent que quatre projets ont intégré des savoir-faire issus du domaine des mathématiques. Pour les enseignants de mathématiques, ces projets étaient un contexte d'application de ces savoirs. Par ailleurs, pour deux sujets (S5 et S6), ces savoir-faire s'imposaient par la nature des savoirs disciplinaires convoqués par les projets (le tracé des courbes de la pression en fonction de la force et de la surface; le tracé d'un diagramme à bande pour calculer la variation relative du dénombrement des individus d'une espèce). Pour cette raison, les savoirs mathématiques étaient nécessaires au contenu visé et par conséquent au produit.

Dans le projet de S2, les savoirs mathématiques sont engendrés par la nature du produit visé (le calcul de la facture de ce dernier). L'enseignant a en effet imposé le prix comme une contrainte de départ du projet. Dans ce cas, les savoirs mathématiques sont pertinents, mais non nécessaires, car le produit aurait pu être réalisé sans cette contrainte. C'est peut-être la volonté de faire des liens interdisciplinaires qui justifie le choix de cet enseignant.

C'est dans le projet de S1 où l'inverse s'est produit. En effet, du point de vue des sciences, les savoirs mathématiques (le calcul d'une échelle, la proportionnalité et la conversion d'unités) n'ont servi à aucun moment du projet. Évoquer le système solaire dans ce projet était



en fait une sorte de mise en situation ou un déclencheur permettant de situer le problème mathématique à résoudre. Rappelons que cet enseignant visait le développement de la compétence transversale *résoudre des problèmes*. Il a également précisé qu'il a l'habitude de collaborer avec sa collègue dans le cadre de projets interdisciplinaires.

Ainsi, les pratiques d'enseignement de ces sujets montrent d'abord que la visée interdisciplinaire qu'appelle le programme actuel trouve écho chez la majorité d'entre eux. Il semble que l'EPP constitue un contexte favorable à la mise en œuvre de cette orientation. Toutefois, la diversité des manières dont ces sujets déclinent les liens entre les sciences et les mathématiques dans le cadre de l'EPP rappelle les défis de la concrétisation de ces liens dans les pratiques.

#### *1.1.7. En conclusion*

Les résultats de l'analyse des intentions d'apprentissage déclarées et des pratiques observées dans les classes doivent être mis en relation avec les orientations du *Programme de formation de l'école québécoise* qui associent l'EPP à plusieurs de ses composantes. Afin d'appuyer nos propos, nous présentons, au tableau 36, des extraits du programme où la notion de projets apparaît. À chaque extrait indiqué correspond dans la deuxième colonne l'objet ou la composante du programme associé à l'EPP.

Tableau 36  
Extraits du *Programme de l'école québécoise* et relation avec l'EPP

Extraits du <i>Programme de l'école québécoise</i> (MELS, 2006)	Objet ou composante associé à l'EPP
La mise en place de <b>projets interdisciplinaires</b> <sup>76</sup> représente une autre voie d'accès privilégiée pour aborder divers problèmes se rattachant à l'un ou l'autre des domaines généraux de formation (p. 22)	DGF  Liens entre les disciplines
Outils nécessaires à l'intégration des savoirs disciplinaires, les compétences d'ordre intellectuel sont tout aussi utiles lorsqu'il s'agit d'aborder des problématiques ou de <b>réaliser des projets</b> liés aux domaines généraux de formation (p. 43)	DGF  Compétences transversales
Mener à terme une activité, <b>réaliser un projet</b> ou entreprendre un ouvrage de plus ou moins grande envergure supposent l'aptitude à se donner des méthodes de travail efficaces (p. 44)	Compétences transversales
<i>Activités de longue durée favorisant l'établissement de liens avec les autres disciplines</i> , les <b>projets</b> sont aussi de bons outils pédagogiques. Il en est de même pour les activités ludiques qui suscitent généralement l'intérêt des élèves tout en contribuant à un large éventail d'apprentissages. Enfin, différentes situations <b>de communication, telles que les présentations, les discussions et les débats</b> sont propices au développement des trois compétences visées par le programme (p. 237)	La durée d'un projet  Lien entre les disciplines  3 <sup>e</sup> compétence disciplinaire
C'est aussi lors d'activités telles que <b>la présentation d'un projet</b> ou la réalisation d'une expo-sciences qu'il est appelé à <b>employer le langage propre à cette discipline</b> tout en adaptant son discours à son public (p. 280)	3 <sup>e</sup> compétence disciplinaire

Ainsi, si on examine les objets auxquels correspondent les extraits du *Programme de l'école québécoise* représentés dans le tableau ci-dessus, on remarque que des références à ces mêmes objets apparaissent soit dans le discours des sujets ou soit dans leurs pratiques en classe ou dans les deux. Précisons que cette mise en relation ne présuppose pas que c'est le discours

<sup>76</sup> Souligné par nous. Notons que c'est le cas également pour tous les extraits surlignés.

officiel qui détermine de manière directe et univoque les pratiques des enseignants. Le MELS (2006) mentionne d'ailleurs que

S'il appartient au ministère de l'Éducation de fixer les finalités du système éducatif, c'est aux intervenants scolaires qu'il revient d'en définir les modalités de mise en œuvre. La simple logique permet cependant de comprendre que la formation de la pensée ne peut se limiter à des exercices d'application. Ainsi, bien qu'on se garde d'y déterminer des approches didactiques, le Programme est porteur d'incidences pédagogiques. En pratique, la question n'est pas tant de savoir à quelle école de pensée on se rattache, mais de concevoir des situations d'apprentissage et un contexte pédagogique qui favorisent le développement de compétences. Ce changement de paradigme présente des défis éducatifs nouveaux, mais il offre aussi l'occasion de vivre des moments pédagogiques riches et stimulants. (p. 9)

Si le MELS a souligné dans plusieurs écrits que le choix des approches didactiques et pédagogiques revient en premier à l'enseignant, le programme officiel demeure toutefois un cadre institutionnel auquel les acteurs scolaires se réfèrent, surtout dans le contexte d'un changement curriculaire.

## **1.2. Les conditions de l'élaboration conceptuelle mises à la disposition de l'élève dans le contexte des projets mis en œuvre**

Au regard des contenus disciplinaires, les résultats de nos analyses montrent que les intentions des enseignants en termes de nombres de concepts visés par les apprentissages varient de quelques termes scientifiques et technologiques à plusieurs concepts constituant une partie d'un thème du programme.

Par ailleurs, on constate que dans la moitié des projets (P1, P2, P3), malgré la présence de quelques concepts dans les intentions énoncées lors des entrevues pré, les objets d'apprentissages abordés en classe se limitent souvent au vocabulaire scientifique associé à ces concepts. En effet, l'analyse comparative des intentions déclarées et des thèmes traités en classe démontre un écart entre ce qui est visé et ce qui est enseigné. S2 et S3 qui disent viser des attributs des concepts d'adaptation végétale (la diversité des moyens de reproduction des végétaux) et de cahier des charges (utilité et fonction en ingénierie) pour S2 et de l'adaptation animale pour S3 (les caractéristiques physiques et comportementales) ont proposé aux élèves des tâches de lecture des définitions ou des caractéristiques présentées soit sur un support papier (dossier de presse pour S1, S2 et S3 et manuel pour S2) ou informatique (site Internet pour S2).

Tout se passe comme si pour ces enseignants, le concept se dégage de sa définition ou « le mot qui désigne la chose » affirment Astolfi *et al.* (2002). Des résultats semblables ont été rapportés dans d'autres recherches portant sur les enjeux de la conceptualisation en sciences. Par exemple, Hasni (2011) remarque sur la base de plusieurs études (Hasni et Roy, 2006; Hasni *et al.*, 2007) que « plusieurs acteurs de l'éducation pensent, à tort, que le fait que les élèves maîtrisent le vocabulaire qui désigne les objets ou les phénomènes naturels qui les entourent, comme les végétaux, les bourgeons, les insectes, les mammifères, les fleurs, la photosynthèse, la reproduction, etc., est une preuve qu'ils ont une compréhension scientifique de ces derniers » (Hasni, 2011, p. 2).

De plus, si pour cet auteur, le manque de formation didactique des enseignants de sciences peut justifier les difficultés à planifier et à mettre en œuvre des situations d'enseignement qui favorisent la conceptualisation (Hasni, 2005a), les résultats de notre étude semblent confirmer ce déficit chez la majorité des sujets (4/6). En effet, l'analyse des planifications et des pratiques en classe montre d'une part, que les caractéristiques retenues des concepts visés sont enseignées pour elles-mêmes et non comme des explications possibles à des questions scientifiques permettant de passer de connaissances factuelles à des concepts scientifiques. D'autre part, les notions sont abordées de manière isolée et ne s'inscrivent pas dans une trame conceptuelle qui permet de leur donner sens et faciliter leur contribution à la compréhension des principales idées scientifiques. Par exemple, la diversité des types et des facteurs de dissémination des graines a été abordée sans aucun lien avec la reproduction chez les végétaux. De plus, même le choix du contexte où cette notion a été amenée pose problème. En effet, si dans le cadre du projet de la fabrication d'un dispositif qui permet de déplacer une graine de café par le vent, la notion de diversité a été abordée, la question de la reproduction des végétaux n'a aucune pertinence pour le contexte considéré.

Dans le même sens, même le discours de ces enseignants lorsqu'ils décrivent leurs intentions d'apprentissage en entrevue ou en classe, véhicule de nombreuses erreurs scientifiques. Par exemple, précisant ses intentions, S2 dit « [...], il y a différentes adaptations et que les différentes propriétés ou caractéristiques **ne sont pas là pour rien**, finalement, que ce sont des adaptations utiles » (S2 en entrevue). Ainsi, bien que l'idée visée se rapproche d'un fait scientifique, les propos de l'enseignant (en gras) renferment des connotations du finalisme,



obstacle généralement associé au concept d'adaptation. Cela s'est aussi produit à plusieurs reprises chez S3 en classe. Dans le cas de S6, c'est l'anthropomorphisme qui a dominé dans ses explications comme l'illustre l'extrait suivant de son discours en classe : « si une catastrophe naturelle se produit et que les animaux n'ont plus de quoi manger, ils n'iront pas dans une épicerie, ni attendre que le bon Dieu les sauve »

Sur le plan des savoir-faire, on constate qu'un seul enseignant en a fait un objet traité en classe de manière directe en ce sens que des savoir-faire figuraient explicitement dans ses intentions visées à travers le projet. S5 a en effet conçu le projet de manière à amener les élèves à passer par toutes les étapes d'une démarche expérimentale qui a mené à la production d'un modèle mathématique (liant pression, force et surface).

Pour les cinq autres, outre le fait qu'ils n'ont évoqué les démarches scientifiques qu'au moment où la question sur celles-ci leur a été posée explicitement, et que pour trois d'entre eux, cette question a nécessité des reformulations pour comprendre le sens accordé à la démarche<sup>77</sup> scientifique ou technologique, leurs réponses montrent une incompréhension de celles-ci. On pourrait expliquer ce constat par plusieurs raisons. Premièrement, le fait que pour ces enseignants, les démarches scientifiques sont représentées uniquement par la démarche expérimentale. Or, comme les projets n'impliquaient pas des expérimentations avec des hypothèses et des contrôles de variables, ils ont déduit qu'ils n'en ont pas fait. D'ailleurs, S5 qui en a parlé a justement mis en œuvre une démarche de ce type. Comme pour plusieurs enseignants, l'approche de la démarche expérimentale est peut-être, comme le soulignent Giordan et Pellaud, (2008), « bien intériorisée » chez plusieurs enseignants de sciences.

Deuxièmement, considérant la nouveauté du recours à l'EPP en ST, il se pourrait que pour ces enseignants, cette approche et les démarches d'enseignement propres aux sciences et technologies relèvent de deux registres différents qui peuvent coexister, mais de manière parallèle. Autrement dit, pour des enseignants de sciences qui ont l'habitude d'enseigner des

---

<sup>77</sup> À titre de rappel, la reformulation a consisté à reprendre la même question en remplaçant le mot démarche par l'expression « les manières de faire qui seraient différentes de celles auxquelles on pourrait faire appel dans d'autres disciplines ».



contenus disciplinaires avec les démarches traditionnelles qui leur sont familières comme la démarche expérimentale, etc., le fait de recourir à l'EPP n'est pas le propre des ST.

Si par le choix de consacrer une compétence à ces démarches, le MELS vise à amener les enseignants à porter attention à l'initiation des élèves à « la dimension méthodologique de la science. Les démarches d'investigation et de conception motivent l'appropriation de concepts et de stratégies » (p 268). Les résultats de cette étude révèlent que chez les enseignants qui ont mis en œuvre certaines de ces démarches, celles-ci ne sont pas perçues comme des modes de fonctionnement en ST avec des fondements et des caractéristiques spécifiques qui dépendent de la nature des savoirs et des données empiriques en jeu, mais plutôt comme des procédures exécutées plus ou moins consciemment.

En effet, S3 dit ne faire appel à aucune démarche. S1 associe la démarche d'investigation à la recherche d'information dans un dossier de presse sans question ou problème préalable qui justifie l'investigation, à part la consigne de l'enseignant qui consiste à demander aux élèves d'effectuer la recherche. Pour S2, s'il décrit dans sa définition d'une démarche de conception les grandes étapes de celle-ci, en classe, l'étape de l'analyse des solutions a été escamotée. De plus, les matériaux mis à la disposition des élèves ne permettent pas de faire référence à d'éventuelles normes techniques, ce qui conduit à réduire la tâche d'apprentissage qui consiste à représenter une solution par un schéma à une activité de dessin plutôt que de l'apprentissage des conventions techniques utilisées dans les communications graphiques en technologie.

À l'inverse, bien que S4 et S6 n'aient pas su décrire les démarches scientifiques auxquelles ils ont fait appel, l'observation en classe montre que dans l'enseignement des concepts reliés au modèle de la tectonique des plaques, S4 a utilisé des données scientifiques (les cartes représentant les répartitions des séismes et des volcans à l'échelle planétaire). Il a également présenté aux élèves des modèles analogiques et des simulations par animations flash et des logiciels pour permettre aux élèves de visualiser les effets d'un séisme sur la structure des bâtiments et de se représenter les phénomènes de subduction et d'expansion océanique. Toutefois, comme le montre l'analyse des modalités d'organisation de la classe et des phases didactiques, la présentation des savoirs a été entièrement prise en charge par l'enseignant. Les

élèves avaient surtout pour tâches de suivre les explications de l'enseignant, de regarder les démonstrations prévues.

Comme déjà mentionné plus haut, cet enseignant dit avoir bénéficié dans la conception du projet de l'aide d'un géologue. Il précise également qu'au moment de la planification, sans l'aide de celui-ci, il aurait commis des erreurs. Il explique en ce sens :

Il (le géologue) me pistait vraiment bien. Puis, même qu'il y a des fois que j'utilisais des ressources Internet que je considérais vraiment fiables, puis il m'a dit « non, il y a de grosses erreurs ». Alors, moi je ne me serais jamais rendu compte de ça, puis finalement je n'aurais pas bien orienté les élèves là-dedans. (S4 en entrevue)

Pour sa part, si S6 dit ne pas comprendre ce que veulent dire les démarches scientifiques en classe, cet enseignant a commencé le projet par une question qui intrigue les scientifiques, ce qui était censé amener les élèves (à l'instar des scientifiques) à faire des observations en s'appuyant sur des données scientifiques et des techniques utilisées en sciences (utilisation d'une clé dichotomique, représentation des données sur des diagrammes, etc.). L'analyse de ces données a conduit les élèves à découvrir les notions de producteurs, premiers consommateurs, milieux biotiques et abiotiques et enfin construire une chaîne alimentaire. Si toutes ces étapes ont été réalisées en classe, il faut souligner que celles-ci ont été entièrement dictées par l'enseignant. Celui-ci a commencé par la lecture de la mise en situation qui décrit le problème (le changement d'un milieu en six ans d'intervalle). Ensuite, l'enseignant explique aux élèves que pour résoudre ce problème, ils vont devoir réaliser les tâches qui leur sont demandées dans le cahier du projet une à la suite de l'autre. Aucun échange, ni aucune tâche n'a été consacré à l'exploration des réactions des élèves, leurs conceptions ou les modalités qu'ils auraient envisagées pour l'investigation du problème. Sa résolution a en effet commencé immédiatement après la lecture du problème par l'enseignant en amorçant la réalisation de la première tâche qui consiste à reconnaître les vivants occupant le milieu étudié.

Ainsi, si la situation étudiée est porteuse d'une question scientifique, laquelle possède un potentiel permettant d'engager les élèves dans une démarche de cette nature, au moment de la mise en œuvre classe, les choix didactiques de l'enseignant ont rendu l'étude de cette question comme une suite d'exercices d'application de l'utilisation d'une clé dichotomique, de tracés des diagrammes à bandes. C'est l'enseignant qui a ensuite pris en charge l'interprétation des

diagrammes et en a profité pour introduire les concepts nécessaires à la construction d'une chaîne alimentaire. On peut interpréter ces résultats de différentes manières. D'abord, on pourrait penser que cet enseignant a implicitement transformé un problème scientifique en un problème mathématique. Il parle d'ailleurs de résolution de problème plutôt que d'investigation scientifique d'un problème. De plus, la suite des tâches effectuées présentées comme des exercices sous l'encadrement étroit de l'enseignant montre que la centration portait sur la résolution du problème mathématique et non sur le processus de son investigation. Cette résolution n'a débouché sur aucune explication ou compréhension de nature scientifique. D'ailleurs, l'enseignant a dû rectifier ses attentes. En effet, il dit qu'au départ, il voulait que les élèves construisent un réseau conceptuel représentant la chaîne alimentaire. Mais comme il a constaté que les élèves éprouvaient des difficultés à comprendre ce qui est attendu, il a dû prendre en charge le réseau et les élèves l'ont copié dans leur cahier.

## 2. LES CARACTÉRISTIQUES DES PROJETS MIS EN ŒUVRE : QUELLE ARTICULATION AVEC LES SAVOIRS ET LES SAVOIR-FAIRE SCIENTIFIQUES ET TECHNOLOGIQUES VISÉS?

L'analyse des caractéristiques des projets mis en œuvre ainsi que les conceptions des sujets à l'égard de l'EPP révèlent que lorsqu'il s'agit de définir cette approche, les enseignants tiennent un discours générique surtout de nature pédagogique. En effet, comme elle est utilisée dans plusieurs disciplines, pour certains enseignants, ce qui la caractérise devrait être transversal à celles-ci.

De plus, si pour l'ensemble des sujets, les projets ont pris la forme de situations d'enseignement composées d'une suite de séances reliées entre elles, les visées qui président aux orientations des projets varient de manière considérable, ce qui apparaît aussi bien dans les structures des projets que dans les tâches effectuées par les élèves. Nous avons remarqué que lorsqu'on considère le discours des enseignants, bien que celui-ci réfère à des unités de sens qui renvoient à différentes caractéristiques pour chacun d'eux, il est centré principalement, au plus, sur deux ou trois caractéristiques partagées (communes). Celles-ci constitueraient le noyau central de ce qu'est l'EPP. Les caractéristiques saillantes qui se dégagent du discours de nos sujets sont la présence d'un problème, le produit à réaliser et la mobilisation ou la construction des contenus du programme. Mentionnons que celles-ci ne sont pas toutes présentes dans le

discours de chaque enseignant. On remarque également une certaine hiérarchisation entre ces caractéristiques qui déterminent en grande partie les tâches et les orientations des projets lors de la mise en œuvre en classe.

La majorité des projets réalisés (P1, P2, P3, P5) est orientée par un produit final. Si on se réfère à la typologie de problèmes proposée par Fabre (1999), les types de problèmes retenus se retrouvent « dans les problèmes de conception qui relèvent du projet (écrire un article, faire un plan, imaginer un dispositif), le sujet se représente plutôt la tâche comme l'anticipation plus ou moins détaillée du but » (p. 23). Ce résultat est prévisible, car ce type de projets est ce qui caractérise habituellement la vision de l'EPP dans certaines pratiques déjà étudiées ou dans certains écrits de nature professionnelle.

Un autre type de projet consiste à recourir à l'investigation (*inquiry*) à travers un problème ou une question (*an investigation project*) (Krajcik *et al.*, 2007; Rivet *et al.*, 2004). Dans sa structure, le projet P6 de cette étude rejoint cette catégorie de projets. En effet, ce projet est orienté par un problème à résoudre avec une absence du produit final (comment expliquer la variation de la population d'un milieu). Ce type de problème s'apparente aussi à ce que Fabre (1999) désigne par les problèmes d'induction de structures. Selon cet auteur, dans ce type de problème, le sujet doit rechercher à établir des relations dans un ensemble d'éléments composant un système comme les problèmes de diagnostic d'une panne; il peut être question aussi « des problèmes de construction de concepts. Ici le sujet opère comme un détective qui doit prélever dans l'environnement un certain nombre d'indices significatifs, découvrir éventuellement des « chaînons manquants » et les ordonner les uns aux autres dans une structure référentielle à un schéma typique [...] » (p. 22). Rappelons en ce sens que S6 visait la construction du concept de chaîne alimentaire et que les élèves ont effectué un ensemble de tâches sur des données qui représentent les milieux étudiés. De plus, son discours sur le projet est centré sur la résolution du problème et sur la construction de nouvelles connaissances et la mobilisation d'autres, acquises antérieurement.

Le troisième type de projet (P4) est orienté par un thème intégrateur d'un ensemble de contenus du programme. Rappelons que pour S4, le projet est un moyen de couvrir des contenus du programme en les situant par rapport à un sujet ou à un thème. Dans son discours sur ce



qu'est un EPP, cet enseignant n'a référé ni à un problème ni à un produit. Il a plutôt centré son discours sur le sujet d'étude : la tectonique des plaques. De plus, l'analyse du déroulement de son projet montre qu'il a simplement introduit son projet par un sujet d'actualité (le séisme à Haïti).

Ainsi, même si les enseignants tiennent un discours utilisant des terminologies communes sur les caractéristiques de l'EPP, sous le vocable projet se trouve une variété de conceptions et de pratiques. Cette variété peut s'expliquer à la fois par l'abondance et la diversité des orientations des écrits sur l'EPP et sur la multiréférentialité des définitions et des modèles de mises en œuvre qu'on peut retrouver dans des écrits professionnels<sup>78</sup> et dans les manuels scolaires. Nous avons aussi mentionné au début de cette thèse la grande diversité des appellations et des orientations théoriques qui accompagnent cet enseignement, dans des contextes disciplinaires ou non disciplinaires. Rappelons aussi avec Perrenoud (1999) que les projets peuvent être le lieu d'une variété d'activités traduisant différentes visions de l'apprentissage et d'un rapport au savoir qui varie d'un enseignant à l'autre :

Dans sa vision la plus ambitieuse, la démarche de projet est l'épine dorsale d'une pédagogie du projet comme mode ordinaire de construction des savoirs dans la classe. À l'autre extrême, c'est une activité parmi plusieurs autres, qui jouxte la résolution d'énigmes, les mots croisés ou le concours de calcul mental dans la panoplie des démarches qui visent à rendre les apprentissages moins arides et à impliquer les élèves que le "savoir pur" mobilise peu. (p. 2).

D'ailleurs, cette diversité transparaît dans les justifications du recours à l'EPP chez les sujets de cette étude. Les motifs d'ordre psychopédagogique et didactique se retrouvent dans le discours de l'ensemble des sujets pour les premiers et dans celui d'un seul enseignant pour les seconds.

La variété des conceptions et des pratiques peut s'expliquer aussi par la relation étroite entre cette « approche » et ce qu'on appelle communément approche par problèmes, ce qui conduit parfois à leur assimilation. Comme le montrent les écrits sur les travaux de Dewey, ces deux approches pédagogiques émanent d'un même principe théorique de la philosophie de la connaissance développé par cet auteur (le pragmatisme). Fabre (2006, 2009), précise que

---

<sup>78</sup> Dans la revue *Vie pédagogique* par exemple, on retrouve plusieurs propositions rapportées par des enseignants et des conseillers pédagogiques illustrant leurs pratiques.



« Dewey prolonge sa théorie de l'enquête et sa nouvelle logique<sup>79</sup> dans une pédagogie du projet qui est en même temps une pédagogie du problème » (Fabre, 2009, p. 67). Pour l'auteur, la logique de Dewey, avec sa perspective fonctionnelle, dénonce le propositionnalisme du savoir scolaire déconnecté de sa production. Son aspect pragmatique se décline dans l'insistance sur les notions de contexte et de situation, lesquelles se retrouvent dans les deux approches.

Une troisième explication qui nous semble également possible concerne différentes acceptions du mot projet et peut-être son utilisation dans le langage courant, ce qui a dilué son sens. En effet, il se peut que pour certains enseignants, dès qu'il s'agit d'une situation d'enseignement qui s'étale sur plusieurs périodes et qui, à un moment ou un autre, réfère à la vie à l'extérieur de l'école, le terme projet s'applique. Nous pensons que c'est le cas, au moins, de S4.

---

79 Le terme logique ici n'est pas entendu comme synonyme de vision ou de perspective. Il renvoie à la philosophie de Dewey de la logique (la théorie du jugement et des propositions logiques). Dans son analyse, Fabre (2009) s'est appuyé sur les ouvrages suivants de Dewey : *Logique*, *La théorie de l'enquête* et *Comment nous pensons*.

## **2.1. Les situations de départ traitées et les produits : relation avec les savoirs visés**

Si la majorité des projets analysés comporte la présence de déclencheurs qui débouchent sur des problèmes, l'analyse de ceux-ci et des modalités retenues par les enseignants pour l'identification de ces derniers par les élèves met en évidence certains constats que nous discutons dans ce qui suit.

## **2.2. Les produits réalisés et les savoirs visés**

Dans la majorité des projets, les enseignants ont fait appel à des mises en situation qui évoquent les métiers des scientifiques et des technologues. La tentative de la prise en compte des domaines généraux de formation peut à notre sens justifier au moins en partie ces références. La planification de S5<sup>80</sup> évoque en effet le domaine de l'orientation et de l'entrepreneuriat. Rappelons à cet égard que, selon le programme, ce domaine peut se relier aux ST à travers les liens entre les activités scolaires et les pratiques des scientifiques et technologues :

Dans le domaine de l'orientation et de l'entrepreneuriat, les diverses activités que l'élève est appelé à réaliser pour développer ses compétences en science et technologie sont autant de situations susceptibles de l'amener à mieux comprendre le travail du scientifique ou du technologue. (MELS, 2006, p. 270)

Le projet de S2, dont le dispositif à concevoir se justifiait par la volonté de contribuer à la réduction de l'émission de polluants, illustre quant à lui une manière d'inscrire les apprentissages dans des problématiques sociales comme l'environnement :

Des questions telles que la gestion des déchets, la réduction de l'émission de polluants, l'amincissement de la couche d'ozone, la protection de la faune et de la flore ainsi que les enjeux éthiques liés aux biotechnologies interpellent l'humain dans ses rapports avec l'univers et méritent d'être abordées dans une perspective de responsabilisation et de développement durable. (MELS, 2006, p. 270)

La question de la référence au vécu de l'élève, en invoquant des sujets d'actualité, des préoccupations environnementales ou des repères culturels, semble exprimer aussi le souci des

---

80 Bien que nous disposions des planifications des enseignants, pour la majorité des enseignants, celles-ci sont organisées en fonction des tâches des élèves durant le projet (les cahiers des élèves). Seul S5 nous a également remis la partie qui décrit ses propres intentions détaillées. Rappelons que pour ne pas surcharger les enseignants, ils avaient la liberté de remettre ce dont ils disposaient comme support de planifications.

enseignants pour la motivation des élèves dans la majorité des cas. Un seul enseignant (S5) justifie la situation présentée par la possibilité qu'elle offre à l'élève de se représenter le phénomène scientifique en jeu (la pression) en le contextualisant.

L'analyse du discours des enseignants ainsi que les modalités de mise en œuvre des projets en classe, permet de constater que les problèmes de départ proposés présentent des difficultés pour les élèves. D'un point de vue psychologique, ceux-ci sont de l'ordre d'une énigme (Fabre, 1999) : dans les situations proposées, l'élève est confronté à des difficultés (ce qui fait problème) qui le mettent dans un état de recherche de solutions. Sous cet angle psychologique, les enseignants ont proposé à leurs élèves des problèmes vérifiant un critère caractéristique du problème : « [...] ferait donc problème, « toute situation à laquelle le répertoire de réponses immédiatement disponibles chez le sujet ne permet pas à celui-ci de fournir une réponse appropriée [...] » (Fraisie et Piaget, 1963, dans Fabre, 1999, p. 12). En effet, comme le montre l'analyse des intentions d'apprentissage, même lorsque les savoirs sont vus antérieurement, le contexte de leur utilisation dans le cadre du projet est nouveau.

Néanmoins, si la rationalité de l'EPP d'un point de vue psychologique a été globalement intégrée par la majorité des enseignants, le point de vue épistémologique fait défaut dans la plupart des cas. Rappelons qu'en réponse à ses détracteurs qui reprochent à sa pédagogie sa concentration sur l'enfant, Dewey (1975) explique que « l'idée fondamentale n'est pas d'amuser ni d'instruire avec le minimum d'ennui, pas plus que d'acquérir des savoir-faire – bien que cela puisse être un produit secondaire des activités scolaires – mais d'élargir et d'enrichir la portée de l'expérience et de maintenir vivant et actif le désir de progresser intellectuellement » (Dewey, 1975, p. 280, dans Fabre, 2009, p. 65). Le progrès intellectuel est assuré par les savoirs théoriques en jeu dans les projets.

Or, si on considère les difficultés des projets dans leurs composantes objectives qui concernent les tâches à faire en considérant les savoirs visés, on remarque que dans seulement un projet, ces difficultés portent sur des dimensions épistémiques. En effet, bien que visant d'abord l'évaluation, le problème structurant le projet de S5 vise le franchissement d'un obstacle à l'appropriation du concept de pression (obstacle qui se rapproche de la causalité linéaire, Viennot, (1996).

Dans le projet P6, afin d'amener les élèves à construire le concept de chaîne alimentaire, S6 a présenté à ses élèves un problème qui réfère explicitement à une question scientifique (comment expliquer la variation de la population d'un milieu sur une durée de six années?). Toutefois, malgré le potentiel offert par ce problème dans la mesure où sa résolution mobilise une démarche scientifique, les modalités retenues par l'enseignant dans son traitement avec les élèves en classe se sont réduites à demander à ces derniers d'effectuer un ensemble d'exercices qu'il leur a dictés. Outre le fait que la phase du travail sur les conceptions initiales, qui devrait permettre aux élèves de se représenter le problème en jeu a été escamotée, la phase d'exploration spontanée du problème a également été court-circuitée. L'enseignant s'est contenté d'annoncer aux élèves que les biologistes veulent étudier ce problème et que pour le résoudre, ils ont un ensemble de tâches à exécuter. De plus, même les moments consacrés à la résolution du problème se sont centrés sur la spécification et l'explication des tâches à réaliser en vue de trouver la solution du problème. À aucun moment, la raison d'être des observations effectuées ou des diagrammes tracés n'a été discutée. Même le réseau conceptuel qui représente les concepts associés à la solution développée a été entièrement pris en charge par l'enseignant. Ce dernier a adopté tout au long du projet une approche prescriptive et dirigée, centrée sur la tâche à réaliser, non sur une question problématique. On peut ainsi dire avec Fabre (1999) que l'enseignant semble confondre la position du problème et sa définition « comme s'il suffisait de prendre conscience d'une énigme, d'une impasse ou d'un échec, ou encore d'un différend, pour que le problème soit par là même clairement déterminé » (Fabre, 1999, p. 179).

Pour les quatre autres projets, quand le problème n'est pas complètement absent (projet de P4), ou qu'il relève des mathématiques (P1), la mise en situation qui le présente adopte une approche qui fait appel au jeu, sinon à la fantaisie (inventer un animal dans P3). En ce qui concerne S2 qui dit viser l'initiation des élèves à la démarche de conception technologique, le passage du problème (réduire l'émission des polluants) à l'identification du besoin à combler (dispositif qui déplace des graines par le vent) a été pris en charge par l'enseignant. En outre, l'étape de l'étude fonctionnelle d'une solution, en considérant même hypothétiquement les principes la justifiant, ainsi que les dimensionnements envisageables pour satisfaire les contraintes annoncées ont été réduits à un jeu qui relève davantage du bricolage rehaussé d'une



dose de techniques de vente (le troc de matériels avec d'autres équipes pour réduire le coût du dispositif) que d'une démarche de conception.

En ce qui concerne les produits réalisés, quatre enseignants sur six en ont fait appel dans leur projet. L'analyse de la relation entre les savoirs associés à ces produits par les enseignants lors de l'entrevue (visées) révèle que dans le déroulement des séquences d'apprentissage cette relation est exprimée différemment : le degré de fonctionnalité des connaissances visées<sup>81</sup> pour la réussite du produit final est variable d'un projet à l'autre. Le degré de fonctionnalité correspond au statut de la connaissance de l'élève (au moins provisoirement) qui traduit la possibilité qu'il a de contourner ou non la connaissance en question dans l'exécution des tâches prévues pour la réalisation du produit.

Ce sont les référents de cette fonctionnalité qui posent problème pour les sujets de notre étude. En effet, on peut remarquer qu'à l'exception de S5 et S6, les projets ne présentent pas d'enjeux sur le plan épistémologique (au regard des savoirs à faire apprendre). Et pourtant, ceux-ci sont porteurs d'obstacles psychologiques et épistémologiques. Par exemple, le discours en classe de S2, qui dit viser le concept de contrainte et de cahier des charges, montre qu'il utilise les termes *consignes* et *contraintes* de manière interchangeable comme s'ils s'équivalent. Ce qui témoigne que la notion de cahier des charges d'un point de vue technologique n'est pas complètement maîtrisée. D'ailleurs, comme nous l'apprennent les résultats de l'analyse des produits réalisés par les élèves, ceux-ci n'ont pas tenu compte de la majorité des contraintes du cahier des charges. Prises comme des consignes, il est normal, à la limite, qu'on puisse faire abstraction de certaines. Cependant, dans une démarche de conception, ce sont celles-ci qui orientent les solutions et on ne peut commencer d'envisager la mise en œuvre d'une solution si elle ne répond pas au cahier des charges. De plus, la notion de contrainte technologique semble se confondre au sens commun du terme contrainte. Elle n'est pas traitée comme une variable pondérable. Par exemple, parmi les contraintes du cahier des charges de ce projet, on retrouve le coût du dispositif. Dans les échanges entre l'enseignant et les élèves, il semble aller de soi que le prix doit être le plus bas possible. Ceci montre une compréhension de sens commun du rapport

---

81 Rappelons qu'on ne considère que les intentions de l'enseignant du point de vue des sciences.



au prix dans la mesure où tout ce qu'on achète devrait être le moins cher possible. Dans une démarche technologique, le prix n'est pas une contrainte fonctionnelle, il est une variable dont on tient compte en fonction d'autres paramètres<sup>82</sup>. Pour S3, la pige des contraintes, dont il faut tenir compte dans le choix de l'animal, relève plutôt du jeu. Comme mentionné dans les résultats des thèmes d'apprentissage, la présentation des élèves de leurs affiches montre qu'ils ont inventé des animaux insensés.

En fait, comme le posaient déjà Astolfi (1992) et Fabre (1999, 2006), la valeur incitative d'une situation-problème ne suffit pas. En effet, selon ces auteurs, dans le cadre des approches nouvelles qui aspirent à une prise en charge par l'élève de ses propres apprentissages, l'apprenant peut être actif et comprendre les enjeux de ce qu'il apprend, car l'apprentissage découle d'un besoin, « il résout des problèmes. Mais quels problèmes? Ces problèmes sont-ils significatifs du savoir à construire? Peut-on clairement identifier les enjeux épistémologiques de l'apprentissage? » (Fabre, 1999, p. 109). L'auteur ajoute que lorsqu'on envisage de recourir à des problèmes dans l'enseignement, ce n'est pas « n'importe quelle difficulté qui peut organiser la situation-problème. Pour qui se rend attentif à la signification des apprentissages, à leur valeur épistémologique, seule une analyse préalable des pratiques de références peut en extraire les problèmes fondamentaux dont la situation-problème devra concrétiser le traitement didactique » (*Ibid.* p. 149).

Même si certains enseignants affirment leur maîtrise des savoirs conceptuels traités dans les projets (S2, S3, S6), les résultats de cette étude soulignent un déficit sur le plan des savoirs didactiques sur les conditions qui favorisent l'élaboration d'un problème scientifique ou la construction de la compréhension scientifique souhaitée dans le cadre de l'EPP. Le cas de la technologie est plus problématique. Nous avons discuté plus haut de la tentative d'intégration dans une même situation de savoirs issus de la biologie et d'autres de la technologie dans le projet de S2. Ajoutons simplement qu'avant le déroulement du projet, cet enseignant précise que

---

82 Pour certaines applications exigeant la précision (les composants utilisés dans des systèmes à usage militaire par exemple), on peut choisir d'utiliser comme conducteur l'or à la place du cuivre ou l'aluminium même si le premier est plus cher que le deuxième.

« toute la section cahier des charges, le volet technologique. Ça, c'est vraiment de l'inconnu pour moi » (S2 en entrevue).

Le même scénario s'est produit avec S6. Formé en physique et mathématiques, cet enseignant a précisé qu'il ne maîtrise pas le contenu qu'il enseigne. Il dit avoir travaillé étroitement avec une collègue. De plus, il a assisté aux séances de celle-ci avant la mise en œuvre de son projet. Cela explique le fait qu'il a été très directif en suivant étroitement sa planification.

Nous avons déjà évoqué que l'interprétation que font les enseignants de l'EPP et de ses finalités peut expliquer nos résultats. On peut tout de même remarquer que les exemples de P1, P2 et P3 illustrent des situations d'enseignement où le développement des habiletés de gestion et d'autres habiletés personnelles l'emporte sur les apprentissages disciplinaires visés surtout si on considère le coût du projet en termes de temps et de ressources mobilisées.

Ces résultats rejoignent ceux d'autres recherches qui pointent tous les enjeux des situations proposées aux élèves dans le cadre des approches qui se réclament du constructivisme de manière générale et dans le cadre de l'EPP en particulier (Chin et Chia, 2006; Fabre, 2009, 2011; Hasni, 2011, Rey, 2010). Par exemple, Rey (2010) écrit :

Dans beaucoup de pratiques proposées par les didactiques contemporaines et aussi par les « méthodes actives », le maître établit une situation (un « projet », une « situation-problème », une activité, etc.) dans laquelle il place les élèves; et il estime que la confrontation des élèves à cette situation les conduira inexorablement et par sa seule efficace (*sic*) à modifier leur façon de penser. C'est cette idée que nous voudrions remettre en cause, car elle ne fonctionne que pour les élèves qui construisent déjà les situations comme le fait le maître et risque de laisser de côté ceux qui les construisent d'une manière différente. (p. 44)

Dans les projets mis en œuvre dans cette étude, ou bien la mise en situation ne constitue qu'un déclencheur pour « mettre l'élève en appétit » (Hubert, 2005) en enrobant des savoirs propositionnels sous un habillage dramatique (cas de S4 avec les désastres causés par les séismes) ou bien elle arrête au stade de la position du problème (Fabre, 2009) comme l'illustrent les projets de S2, S3 et S6. Nos résultats se rapprochent de ceux de l'étude de Kanter et Konstantopoulos (2010) qui a porté sur neuf enseignants ayant suivi, dans le cadre d'une

formation continue, un cours accrédité ayant pour objet l'EPP en sciences. Les auteurs en arrivent à conclure que « *If teachers are lacking in CK or PCK, they may not be able to employ the inquiry-based aspects of a PBS (project-based science) curriculum to notice and diagnose students science misconceptions, or challenge and change these science ideas* » (p. 858).

D'autres recherches pointent plus globalement les défis liés aux grands moments d'une démarche scientifique dans le cadre d'un projet. Elles montrent également que « *The issues and challenges identified included identifying a problem for investigation; asking questions to negotiate the learning pathway; deciding what areas to pursue, given a multitude of possibilities; and figuring out how to extract relevant information from the available mass* » (Chin et Chia, 2006, p. 44). Les auteurs soutiennent qu'outre la nécessité de former les enseignants aux démarches scientifiques d'un point de vue épistémologique, la disponibilité du matériel didactique conçu en ce sens est déterminante.

## CONCLUSION

L'objectif général de la présente recherche était de décrire les pratiques d'enseignement chez des enseignants en sciences et technologies au secondaire. Plus spécifiquement, nous avons exploré la manière dont ces enseignants abordent des contenus disciplinaires dans un cadre pédagogique particulier, le recours à l'enseignement par projets. Cette recherche s'inscrit en effet dans le contexte socioéducatif actuel marqué par la récente réforme laquelle a mené à une profonde reconfiguration de l'enseignement des ST au secondaire.

Dans ce contexte de changement, la question fondamentale de la place des savoirs disciplinaires et leurs rôles dans la formation des élèves interpelle plusieurs auteurs au Québec, mais sur le plan international également. Les débats actuels entourant la pertinence de recourir à une approche par compétences, le recours à certaines approches pédagogiques préconisées par cette réforme pointent directement ou indirectement cette question. Dans cette étude, nous avons abordé cette question sous l'angle des pratiques d'enseignement avec en arrière-plan le postulat que ce changement du programme va affecter, plus ou moins profondément les démarches d'enseignement en sciences et technologies.

Malgré l'abondance des écrits sur l'EPP, en raison de la diversité des orientations et des objets de recherche associés à ce type d'enseignement, nous avons relevé une entrée peu documentée à savoir, la description des pratiques des enseignants en tenant compte de leur contexte ordinaire. À partir d'une banque de données comportant une centaine d'enregistrements vidéo bâtie dans le cadre d'un projet d'envergure portant sur les compétences professionnelles des enseignants de sciences et technologies au secondaire au Québec, nous avons choisi au hasard, un échantillon d'enseignants en considérant une seule contrainte méthodologique : les enseignants doivent expliciter le fait qu'ils ont eu recours à l'EPP dans les séances enregistrées. Les projets ont été planifiés par eux et portent sur des contenus de leurs choix. Aucune consigne ne leur a été fixée à l'exception de permettre au chercheur d'enregistrer en classe l'ensemble des séances du projet.

Il ressort des résultats que les sujets de cette étude entretiennent une compréhension vague des caractéristiques de l'EPP, ce qui conduit à une variété des modalités de mise en œuvre de ce type d'enseignement lorsqu'il s'agit d'aborder des contenus disciplinaires du programme.



Toutefois, bien que les caractéristiques dégagées des conceptions et des pratiques en classe de ces enseignants soient nombreuses, elles peuvent se regrouper en trois principales tendances. Celles-ci dépendent des caractéristiques que chaque enseignant met de l'avant dans son discours sur l'EPP. Ainsi, pour certains, l'EPP nécessite la réalisation d'un produit final qui oriente les activités d'apprentissage. D'autres l'assimilent à l'enseignement par problèmes; dans ce cas, les activités sont structurées surtout par le processus de résolution de problème lequel aboutit ou non à un produit. Pour d'autres, le projet est plutôt une séquence de plusieurs périodes successives, dont le fil directeur renvoie à l'enchaînement d'un ensemble de notions composant un thème<sup>83</sup> tel qu'il apparaît dans le programme.

Par ailleurs, les motifs mis de l'avant pour justifier le recours à ces projets révèlent une centration sur des finalités d'ordre psychopédagogique. Les justifications sont en effet marquées par le souci de rehausser la motivation des élèves et par la volonté de leur assurer des conditions qui leur permettent de prendre en charge leurs apprentissages. Un seul enseignant a évoqué le potentiel de la situation du projet sous l'angle de son apport à l'apprentissage des savoirs visés.

Si plusieurs études ont porté sur l'enseignement par projets sous différentes entrées, notre étude relève un problème de fond au regard de ce type d'enseignement. Il concerne un point de vue épistémologique de la notion même de projet sur laquelle repose l'EPP. La présente étude met en évidence une absence de la prise en compte de certains fondements chez la majorité des sujets. En effet, lorsqu'on considère les caractéristiques et les justifications dégagées des pratiques déclarées et observées des sujets de cette étude, on constate que prises isolément, celles-ci renvoient à des manifestations opérationnelles des principes de l'EPP. Néanmoins, l'articulation de ces caractéristiques avec celles des savoirs visés montre qu'à l'exception d'un enseignant, deux idées fondatrices n'ont pas été considérées lors de la mise en œuvre des projets : la nécessité d'une complémentarité des points de vue adoptés dans la conception du projet et la prise en compte du principe de continuité dans l'expérience de l'élève. En effet, comme le soulignent incessamment les écrits de Dewey, le principe de complémentarité entre un point de vue psychologique qui prend au sérieux l'élève et ses caractéristiques et ce que l'auteur

---

83 Ici, le terme thème est entendu au sens du programme.



appelle un point de vue logique qui renvoie au programme sont centraux dans toute activité éducative. Lorsqu'il discute de sa notion d'expérience qui fonde l'EPP, il explique que les expériences de l'élève « ne sont éducatives que si elles débouchent dans un monde gros d'un programme, un programme de faits, d'informations et d'idées conçu par le maître » (Dewey, 1947, p. 143). Le point crucial de la pédagogie de Dewey se situe donc dans le passage de l'intérêt pratique à l'intérêt théorique (Fabre, 2006, 2009).

Appliquées à nos sujets, ces idées supposent que l'intérêt pratique peut être impulsé par la situation du projet laquelle, à travers un ensemble de caractéristiques, doit intéresser l'élève. Et partant de celle-ci, l'enseignant tente de créer un passage vers l'intérêt théorique que portent les savoirs visés. Les résultats de cette étude montrent que les modalités opérationnelles de la gestion de ce passage en classe sont inadéquates, voire absentes chez la majorité des enseignants. En effet, les résultats des analyses des liens entre les mises en situation, les problèmes et les produits proposés et les traces des savoirs visés démontrent qu'un seul enseignant a proposé un contexte qui, à la fois, fait partie de la vie quotidienne des élèves et tient compte d'un enjeu épistémologique du concept visé. Pour le reste, deux cas de figures ont été constatés.

D'un côté, on retrouve des projets dont les savoirs scientifiques ou technologiques sont d'un intérêt secondaire, voire inutile pour les activités réalisées, la centration porte surtout sur la réalisation des produits (P1, P2 et P3). Cela rappelle la dérive productiviste rapportée dans certains écrits (Bordella et Ginestier, 1993; Hubert, 2005).

De l'autre côté, on retrouve des projets dont le contexte, soit présente uniquement une portée affective sans lien réel avec les savoirs en question (P4), soit ignore ce que les élèves savent du contexte en le présentant comme un allant de soi (P6); la centration porte alors sur les savoirs. Dans les deux cas, le principe de continuité de l'expérience de l'élève qui consiste à tenir compte de son expérience antérieure fait défaut (Dewey, 1975). Fabre (2009) insiste d'ailleurs sur cet aspect « [...] Mais Dewey prend bien soin de distinguer le projet du désir immédiat de l'élève. Le projet véritable trouve son origine dans l'impulsion de l'élève mais il suppose la vision d'un but et la détermination des moyens pour l'atteindre » (p. 62). Ou encore Dewey (1967) soulignant une caractéristique fondamentale de toute situation qui se veut problématique : « pour que l'enfant se rende compte qu'il a affaire à un problème réel, il faut qu'une difficulté lui

apparaisse comme *sa*<sup>84</sup> difficulté à lui, comme un obstacle né dans et au cours de son expérience, et qu'il s'agit de surmonter s'il veut sa fin personnelle » (p. 87).

Cependant, il se dégage des projets mis en œuvre que chez la majorité des enseignants, le sens du but ou de la finalité est confondu à un sens perceptif sinon sensoriel par une prise de connaissance (par la lecture d'une mise en situation ou par la présentation par l'enseignant) et non à celui d'une appropriation réelle en ce sens que l'élève doit faire sien le problème à l'étude avec les connaissances dont il dispose. Autrement dit, il ne suffit pas de mettre l'élève en présence d'un problème, comme l'ont fait la majorité des enseignants, pour qu'il saisisse ce qui fait de la situation présentée un problème. De plus, dans tous les projets où les enseignants visent des savoirs nouveaux, ceux-ci ont été présentés uniquement par les enseignants ou par une lecture dirigée dans le manuel et lorsque des tâches de recherche ou de résolution de problèmes sont demandées aux élèves, elles sont entièrement déterminées par l'enseignant, les élèves ne font que les exécuter sous forme d'exercices d'application. La situation du projet apparaît ainsi comme un prétexte pour aborder les savoirs visés montrant, bien que déguisées par l'apparence d'une classe où les élèves semblent actifs, « des pratiques traditionnelles, celles qui se centrent sur le seul enseignant » (Boutinet, 2004, p. 48).

Le recours à l'EPP en sciences et technologies en tenant compte des caractéristiques spécifiques de ces disciplines scolaires soulève la question de la formation tant initiale que continue des enseignants à ce type d'enseignement. La perspective d'une mise en œuvre réussie passe par la prise de conscience par les enseignants des fondements et de la logique de formation sur laquelle repose l'EPP. Il s'agit, pour l'enseignant, d'abord de comprendre que « la rationalité du projet est l'intelligence des moyens en vue des buts poursuivis » (Fabre, 2009, p. 62). Dès lors, il est question pour l'enseignant de souscrire à cette logique. En outre, lorsqu'il décide de recourir à l'EPP, considérant toutes les ressources qu'un projet implique, il faudrait penser à sa faisabilité du point de vue des objets d'apprentissage visés. Explorant tous les défis que le recours à l'EPP peut engendrer chez les enseignants, Thomas (2000) en arrive à conclure qu'avant de mettre en œuvre un tel enseignement, il faudrait commencer par réfléchir sur sa

---

84 Souligné par l'auteur.

valeur ajoutée : « [...] *what are both the costs (e.g., opportunity costs) and the benefits of a six-week PBL (project-based learning) experience, in terms of the quality and amount of knowledge gained, in comparison to students taught with a traditional model?* » (p. 36).

Mais une mise en œuvre réussie ne peut être vérifiée que si le point de vue épistémologique de ces savoirs est pris en compte. La distinction que fait Fabre (1999) entre deux types de régimes qui régissent une situation-problème nous paraît pertinente et applicable à l'EPP. Pour l'auteur, une situation-problème fonctionne selon un régime pédagogique et un régime didactique :

Dans le premier cas, elle se distingue bien d'une simple situation. Son axe psychologique relie en effet un schème (ou problème) à des opérations mentales. Il y a donc dévolution du problème aux élèves, lesquels peuvent sans doute prendre véritablement en charge leur apprentissage en ayant conscience des difficultés de la tâche [...]. On n'accède toutefois à une gestion didactique que par une élucidation épistémologique des savoirs à enseigner. Elle seule peut garantir la valeur des apprentissages, leurs significations. À l'axe psychologique de la situation vient ainsi s'articuler l'axe épistémologique. (p. 154-155)

Plusieurs chercheurs anglophones reconnaissent aussi la difficulté de concevoir des projets qui répondent à ces exigences (Blumenfeld et Krajcik, 2006; Krajcik *et al.*, 2007). Krajcik *et al.*, (2007), suggèrent en ce sens de respecter un ensemble d'étapes lors de la conception de projets :

*[...] selecting and unpacking learning goals involves examining standards to identify core ideas, analyzing the conceptual structure of the target ideas to decompose complex ideas, uncovering tacit understandings needed to understand the ideas, and considering students' prior conceptions that present opportunities and challenges in building these ideas.* (p. 10)

Bien que cette proposition s'applique aux contenus de formation du programme de sciences et technologies en vigueur aux États-Unis qui se décline sous forme de *Standards*, on peut noter l'importance accordée à la fois à l'analyse conceptuelle des savoirs visés et à la recension des principaux obstacles à l'apprentissage qui les entourent. Les auteurs soulignent que c'est autour de ces obstacles qu'il faut bâtir les projets, ce qui impose un choix judicieux d'un contexte qui à la fois part de la vie réelle de l'élève et implique la mobilisation de ces savoirs d'un point de vue scientifique.



Même si ces auteurs disent s'inscrire dans une perspective cognitive, leur modèle qu'ils désignent par *Learning-goals-driven design*, se rapproche beaucoup des savoirs didactiques développés pour l'enseignement des sciences par des didacticiens des sciences et technologies. Une opérationnalisation de ces concepts dans l'enseignement des sciences et technologies se prête encore à notre sens aux nouvelles approches pédagogiques préconisées dans le nouveau programme. Il est d'ailleurs surprenant de constater que le programme de sciences et technologies au Québec réfère peu à ces concepts pourtant mis à l'épreuve et continuant de l'être dans l'enseignement des ST, mais également dans d'autres disciplines scolaires depuis plusieurs années.

Par ailleurs, si le discours explicite des enseignants sur les possibilités offertes par l'usage de l'EPP révèle des considérations psychopédagogiques pour la majorité, la mise en relation des intentions des enseignants du point de vue des objets d'apprentissages visés, de leur discours sur ceux-ci et de leur observation en classe a permis de dégager d'autres considérations implicites dans le rationnel des choix des enseignants au regard de l'usage de l'EPP. Il appert en effet que l'EPP est un dispositif par lequel ces enseignants opérationnalisent certaines prescriptions officielles introduites par la récente réforme. Les projets semblent ainsi être pour certains enseignants un lieu pour la mise en œuvre des compétences disciplinaires et transversales, des liens entre les disciplines et de l'intégration des ST.

Au regard des compétences disciplinaires, cette étude fait ressortir la difficulté éprouvée par les sujets quant à la conciliation entre l'appropriation des savoirs et le développement des compétences. Elle montre d'une part, que les savoirs sont abordés dans la perspective de les utiliser lors de l'évaluation des compétences et en ce sens, ils sont considérés comme quelque chose qui se trouve dans un texte qu'il suffit de lire. Tout se passe comme si ressources matérielles (dictionnaire ou encore oscilloscope) et ressources intellectuelles se situent au même niveau. D'autre part, outre une conception erronée de la communication en ST, une dissociation entre les démarches scientifiques et technologiques et la compétence censée les représenter dans le nouveau programme se fait remarquer, et ce, chez la majorité des enseignants.

En ce qui concerne les compétences transversales, les pratiques de la moitié des sujets dévoilent un glissement qui s'est opéré dans leurs approches de l'enseignement des ST. En effet,

outre la diversité des apprentissages pris en charge par ces enseignants, qui conduit inévitablement à une réduction du temps alloué aux apprentissages disciplinaires, c'est le renversement des statuts des objets enseignés en classe de ST qui est le plus inattendu. Le passage des savoirs disciplinaires de statut d'objets d'apprentissage à un contexte d'apprentissage pour d'autres objets (comme la gestion d'un échéancier ou le développement de l'autonomie dans la recherche d'information) montre que ces compétences transversales ne semblent pas être comprises par ces enseignants comme des apprentissages qui vont se développer à travers l'apprentissage des savoirs et savoir-faire scientifiques et technologiques. Les positions de certains auteurs sont d'ailleurs fermes à ce sujet. Par exemple, Fabre (2001) prévenait déjà que :

[...] mettre en place des situations qui viseraient avant tout des compétences méthodologiques sans qu'il y ait vraiment une analyse épistémologique des contenus à enseigner, ça me paraît un petit peu fumeux, ça me paraît un peu aboutir à ces référentiels de compétences où on met, vous savez : « doit savoir chercher des informations ». Si on ne précise pas le domaine de l'information? Moi je suis capable de chercher des informations dans un livre de philosophie mais je ne suis pas capable de chercher des informations dans un livre de physique nucléaire. Alors que veut dire chercher des informations pertinentes? (p. 46)

La présente recherche lève le voile sur une partie très problématique dans les pratiques des enseignants lorsqu'ils traitent des savoirs et savoir-faire scientifiques et technologiques dans ce contexte. L'entrée retenue pour cette étude a permis de mettre en évidence des lacunes tangibles dans la mise en œuvre des conditions d'apprentissage qui seraient à même de favoriser l'élaboration conceptuelle, et ce, chez la majorité des enseignants.

Les pratiques de la majorité des enseignants témoignent de certaines dérives déjà exprimées par plusieurs chercheurs quant à des interprétations du discours officiel qui risquent d'occulter la place de l'élaboration conceptuelle pourtant centrale dans les finalités des sciences et technologies. Il faut rappeler ici, que dès le début de l'implantation de la récente réforme, plusieurs auteurs québécois annonçaient la grande difficulté de mettre en œuvre une approche par compétences dans l'enseignement des sciences et technologies sachant tous les problèmes que connaît cet enseignement déjà en crise. Si, comme le déplorait le CSE (2007) lorsqu'il rappelle qu'il « faut lever le grand malentendu selon lequel le Programme de formation de



l'école québécoise placerait les compétences au premier plan et les disciplines au second plan » (p. 27), les résultats de cette étude, malgré la limite en raison de la taille réduite de l'échantillon qui nous interdit toute généralisation, tendent à confirmer les préoccupations de ces auteurs.

Pour garantir l'égalité des chances, contrer l'échec scolaire et répondre aux nouveaux enjeux de la société québécoise, on a revu « entièrement l'organisation et les priorités du système éducatif québécois » (CSE, 2011, p. 3). Il faut cependant rappeler que c'est justement en s'assurant que l'école reste encore le lieu où les individus peuvent acquérir des outils qu'ils ne pourraient acquérir dans leur environnement immédiat et qui leur permettent de s'élever au-delà de leur expérience personnelle, qu'une éducation scolaire peut aspirer à l'atteinte de ces mêmes finalités. À ce sujet, rappelons les propos de Young (2010) : « *If the curriculum is too driven by content (as in the old elitist model), or skills and competence (as in the new generic model) some important educational goals (such as opportunities for progression) will get lost* » (Young, 2010, p. 10). Bien que cette étude ait documenté spécifiquement le cas particulier de l'enseignement par projets en sciences et technologies, nous pensons, à la lumière de nos résultats et à l'instar de cet auteur et d'autres, que certains choix curriculaires restent encore à débattre, notamment en ce qui concerne l'intégration des ST et la subordination des savoirs disciplinaires aux compétences - même si le discours officiel continue de défendre qu'elle n'est que de forme.

Au terme de ce travail, nous pouvons identifier la pertinence de poursuivre d'autres études. Une de ces pistes serait d'explorer en profondeur les conceptions des enseignants au regard de l'enseignement par projets en sciences et technologies par une enquête sur un échantillon large du corps enseignant de ST au Québec. Les caractéristiques dégagées de cette étude pourraient servir d'items pour bâtir un questionnaire fermé. Sous-jacent à cette recherche, un fait constaté avec force dans cette étude, les caractéristiques que les enseignants attribuent à une démarche orientent fortement leur pratique. Cette enquête permettra de mettre en évidence, par exemple, des associations entre les caractéristiques dégagées et les contenus visés; le degré de recours à des projets en sciences en fonction des variables socioprofessionnelles de l'enseignant; des caractéristiques des élèves et des écoles (milieu socioéconomique, type de l'école, etc.).

Une deuxième recherche serait de type documentaire. Il s'agit d'analyser dans les différents manuels scolaires ainsi que les guides pédagogiques approuvés et utilisés dans les écoles, les caractéristiques des projets proposés. Cette étude permettra de dégager jusqu'à quel point les pratiques des enseignants sont influencées par les structures des projets proposés.

Une troisième recherche de type exploratoire serait d'étudier sous l'angle des pratiques déclarées ou observées des enseignants, les manières dont les enseignants traitent des compétences disciplinaires dans le cadre de projets. Dans notre étude, nous avons dégagé un problème sur ce plan. Il serait à notre sens, souhaitable d'aborder cette recherche d'abord sur un large échantillon, mais également avec un cadre d'analyse qui intègre le concept de compétence.

Une quatrième piste serait de mener une étude longitudinale portant sur l'évolution des conceptions et des pratiques des enseignants au regard de l'EPP en ST en suivant le processus de développement qui peut se produire sur le plan de leurs choix didactiques et pédagogiques lors de la planification des projets et leur mise en œuvre. De type recherche-action-formation, cette recherche s'articulerait autour de l'engagement des enseignants dans une démarche réflexive qui prendrait appui sur les éléments théoriques dégagés de cette étude (par exemple, la dimension épistémologique de l'EPP; les liens entre la problématisation en sciences et la conception en technologie et certains types de projets, etc.).

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Abd-El-Khalick, F., Boujaoude, S., Duschl, R., Lederman, N. G., Mamlok-Naaman, R., Hofstein, A., Niaz, M., Treagust, D. et Tuan, H. L. (2004). Inquiry in science education: International perspectives. *Science Education*, 88(3), 397–419.
- Altet, M. (2002). Une démarche de recherche sur la pratique enseignante: L'analyse plurielle. *Revue française de pédagogie*, 138, 85-93.
- American Association for the Advancement of Science (1989). *Science for all Americans* (Project 2061 Report on Literacy Goals in Science, Mathematics, and Technology). Washington, DC, AAAS.
- American Association for the Advancement of Science (1993). *Benchmarks for science literacy*. New York: Oxford University Press.
- Anderson, R.D. (1983). A consolidation and appraisal of science meta-analyses. *Journal of Research in Science Teaching*, 20(5), 497-509.
- Anderson, R.D. (2002). Reforming science teaching. What research says about inquiry? *Journal of Science Teacher Education*, 13, 1-12.
- Angers, P. et Bouchard, C. (1984). *L'activité éducative: Une théorie, une pratique*. Montréal: Éditions Bellarmin (2<sup>e</sup> éd.).
- Arpin, L et Capra, L. (2001). *L'apprentissage par projets*. Montréal: Chenelière et McGraw-Hill.
- Astolfi, J.-P. (2002). *La didactique des sciences*. Paris: Presses Universitaires de France.
- Astolfi, J.-P. (2005). Problèmes scientifiques et pratiques de formation, In O. Maulini et C. Montandon (dir.), *Les formes de l'éducation : Variété et variations* (p. 65-81), De Boeck Université.
- Astolfi, J.-P. (2006). *L'école pour apprendre*. ESF Issy-les-Moulineaux (8<sup>e</sup> édition). (1<sup>re</sup> éd. 1992).
- Astolfi, J.-P. (2008). *Saveur des savoirs : Disciplines et plaisir d'apprendre*. Issy-les-Moulineaux: ESF éditeur.
- Astolfi, J.-P. (2011). *L'erreur, un outil pour enseigner*. ESF éditeur.
- Astolfi, J.-P, Darot, E., Ginsburger-Vogel, Y. Et Toussaint, J. (1997). *Pratiques de formation en didactique des sciences*. Paris: De Boeck et Larcier.
- Astolfi, J.-P, Darot, E., Ginsburger-Vogel, Y. et Toussaint, J. (2008). *Mots-clés de la didactique des sciences: Repères, définitions, bibliographies*. Bruxelles: De Boeck (2<sup>e</sup> éd).
- Astolfi, J.-P., Peterfalvi, B. et Vérin, A. (2006). *Comment les enfants apprennent les sciences*. Paris: Retz.
- Avraamidou, L. et Zemba-Saul, C. (2005). Giving priority to evidence in science teaching: A first-year elementary teacher's specialized practices and knowledge. *Journal of research in science teaching*, 42(9), 965-986.
- Bachelard, G. (1993). *La formation de l'esprit scientifique: Contribution à une psychanalyse de*

- la connaissance. Paris: Vrin (6<sup>e</sup> édition).
- Barab, S.A. et Luehmann, A.L. (2003). Building sustainable science curriculum: Acknowledging and accommodating local adaptation. *Science Education*, 87(4), 454-467.
- Barab, S.A., Hay, K.E., Squire, K., Barnett, M., Schmidt, R., Karrigan, K., Yamagata-Lynch, L., et Johnson, C. (2000). Virtual solar system project: Learning through a technology-rich, inquiry-based, participatory learning environment. *Journal of Science Education and Technology*, 9(1), 7-25.
- Barak, M. (1995). 'What's in the calculator?' An introductory project for technology studies. *Research in Science & Technological Education*, 13(2), 147- 156.
- Barak, M. (2004). Issues involved in attempting to develop independent learning in pupils working on technological projects. *Research in Science & Technological Education*, 22(2), 171-183.
- Barak, M. et Dori, Y.J. (2005). Enhancing undergraduate students' chemistry understanding through project-based learning in an IT environment. *Science Education*, 89(1), 117-139.
- Barak, M. et Pearlman-Avnion, S. (1999). Who will teach an integrated program for science and technology in Israeli junior high schools?: A case study. *Journal of Research In Science Teaching*, 36(2), 239-253.
- Barak, M. et Raz, E. (2000). Hot-air balloons: Project-centered study as a bridge between science and technology education. *Science Education*, 84(1), 27-42.
- Bardin, L. (2007). *L'analyse de contenu*. Paris: Presses universitaires de France (1<sup>re</sup> éd. 1977).
- Barron, B., Schwartz, D.L., Vye, N.J., Moore, A., Petrosino, A., Zech, L., Bransford, J.D. et The Cognition and Technology Group at Vanderbilt (1998). Doing with understanding: Lessons from research on problem-and project-based learning. *The Journal of the Learning Science*, 7(3), 271-311.
- Barth, B.-M. (1987). *L'apprentissage de l'abstraction*. Paris: Retz.
- Barth, B.-M. (2002). *Le savoir en construction*. Paris: Retz. (1<sup>re</sup> éd. 1993).
- Baudouin, J.-M. et Friedrich, J. (Dir.). (2001). *Théories de l'action et éducation*. Bruxelles: De Boeck Université.
- Bencze, J., et Bowen, G. (2009). Student-teachers' dialectically developed motivation for promoting student-led science projects. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 7(1), 133-159.
- Bers, M.-U. et Portsmore, M. (2005). Teaching partnerships: Early childhood and engineering students teaching math and science through robotics. *Journal of Science Education and Technology*, 14, 1.
- Blumenfeld, P., et Krajcik, J. (2006). Project-based learning. In R.K. Sawyer (Ed.), *The Cambridge handbook of the learning sciences* (p. 333-354). New York: Cambridge University Press.
- Blumenfeld, P.C., Krajcik, J.S., Marx, R.W. et Soloway, E. (1994). Lessons learned: How collaboration helped middle grade science teachers learn project-based instruction. *The*



- Elementary School Journal*, 94(5), 539-551.
- Blumenfeld, P. C., Soloway, E., Marx, R., Krajcik, J. S., Guzdial, M. et Palincsar, A.S. (1991). Motivating project-based learning: Sustaining the doing, supporting the learning. *Educational Psychologist*, 26, 369-398.
- Blumenfeld, P., Fishman, B., Krajcik, J. et Marx, R. (2000). Creating usable innovations in systemic reform: Scaling up technology-embedded project-based science in urban schools. *Educational Psychologist*, 35(3), 149-164.
- Bordallo, I. et Ginestet, J.-P. (1993). *Pour une pédagogie du projet*. Paris: Hachette éducation.
- Bouillion, L. M. et Gomez, L. M. (2001). Connecting school and community with science learning: Real world problems and school-community partnerships as contextual scaffolds. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(8), 878-898.
- Bourdieu, P. (1980). *Le sens pratique*. Paris: Éditions de minuit.
- Bousadra, F., Hasni, A. (2012). L'approche par projets et les savoirs disciplinaires en classe de sciences et technologies au Québec: Compatibilité ou incompatibilité? Présentation d'études de cas. *Recherches en didactique*, 13. 67-84.
- Bousadra, F., Hasni, A., Lefebvre, D. et Drouet, J.-M. (2010). L'enseignement de la technologie au secondaire: Analyse d'un cours sur l'apprentissage du schéma de principe. In *Actes de colloque dans le cadre des troisièmes journées Montpellier-Sherbrooke*, Sherbrooke, 6-8 octobre.
- Bousadra, F. et Hasni, A. (2008). *L'approche par projets dans l'enseignement des sciences et technologies: quoi, pourquoi et comment?* Communication au Congrès de l'Association mondiale des sciences de l'éducation (AMSE), Marrakech, 2-6 juin.
- Bousadra, F. et Hasni, A. (2007). L'approche par projets au secondaire: place et conception dans la documentation officielle, le programme des sciences et technologies et de mémoires et thèses au Québec. Communication présentée au 75e Congrès de l'Association francophone pour le savoir (ACFAS), Trois-Rivières, 7-11 mai.
- Boutinet, J.-P. (2004). *Psychologie des conduites à projet*. Paris: Presses universitaires de France (4<sup>e</sup> éd.).
- Boutinet, J.-P. (2005). *Anthropologie du projet*. Paris: Presses universitaires de France.
- Bransford, J.D., Brown, A.L., et Cocking, R.R. (2000). *How people learn: brain, mind, experience, and school*. Washington: National Academy Press.
- Bressoux, P. (2001). Réflexions sur l'effet-maître et l'étude des pratiques enseignantes. Les dossiers des sciences de l'éducation, 5, 35-52.
- Bressoux, P., Bru, M., Altet, M. et Leconte-Lambert, C. (1999). Diversité des pratiques d'enseignement à l'école élémentaire. *Revue française de pédagogie*, 126, 97-110.
- Bronckart, J.-P. (2001). S'entendre pour agir et agir pour s'entendre. In J.-M. Baudouin et J. Friedrich (Ed.), *Théories de l'action et éducation*, Bruxelles: De Boeck, (pp. 133-154).



- Brown, J.S., Collins, A., et Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. *Educational Researcher*, 18, 32-42.
- Bru, M et Not, L. (1991). (dir.) *Où va la pédagogie du projet?* (2e éd.). Toulouse: Éditions universitaires du Sud.
- Bru, M. et Maurice, J.-J. (coord.). (2001). Les pratiques enseignantes: Contributions plurielles. *Les dossiers des sciences de l'éducation*, 5, 5-135.
- Bybee, R.W. (2000). Achieving technological literacy: A national imperative. *The Technology teacher*, 23-28.
- Chamberland, G. Lavoie, L. et Marquis, D. (1995). *20 Formule pédagogiques*. Montréal: Presses de l'Université du Québec.
- ChanLin, L.-J. (2008). Technology integration applied to project-based learning in science. *Innovations in Education and Teaching International*, 45(1), 55-65.
- Chin, C. et Chia, L. -G. (2004). Problem-based learning: Using students' questions to drive knowledge construction. *Science Education*, 88(5), 707-721.
- Chin, C. et Chia, L.-G. (2006). Problem-based learning: Using ill-structured problems in biology project work. *Science Education*, 90(1), 44-67.
- Chin, C. et Osborne, J. (2010). Students' questions and discursive interaction: Their impact on argumentation during collaborative group discussions in science. *Journal of research in science teaching*, 47(7), 883-908.
- Cognition and Technology Group at Vanderbilt. (1992). The Jasper Series as an example of anchored instruction: Theory, program description, and assessment data. *Educational Psychologist*, 27(3), 291-315.
- Colley, K. (2008). Project-Based Science Instruction: A Primer, *The science teacher*, 23-28.
- Comité-conseil sur les programmes d'études (2008). *Enseignement secondaire, deuxième cycle (phase 3) - Avis consolidé*. Québec: Gouvernement du Québec.
- Comité-conseil sur les programmes d'études (2009). *Les défis et les enjeux de l'enseignement secondaire au deuxième cycle*. Québec: Gouvernement du Québec.
- Commission des programmes d'études (2003). *Approbation du Programme de formation de l'école québécoise. Enseignement secondaire - Premier cycle*. Québec: Gouvernement du Québec.
- Conseil supérieur de l'éducation (1999). *Les enjeux majeurs des programmes d'études et des régimes pédagogiques*. Québec: Gouvernement du Québec.
- Conseil supérieur de l'éducation (2003). *L'appropriation locale de la réforme: un défi à la mesure de l'école secondaire*. Québec: Gouvernement du Québec.
- Conseil supérieur de l'éducation (2007). 5. Les projets pédagogiques particuliers au secondaire : diversifier en toute équité. Québec : Gouvernement du Québec
- Conseil supérieur de l'éducation (2009a). *Une école secondaire qui s'adapte aux besoins des jeunes pour soutenir leur réussite*. Québec: Gouvernement du Québec.

- Conseil supérieur de l'éducation (2009b). *Une école secondaire qui s'adapte aux besoins des jeunes pour soutenir leur réussite* (Version abrégée). Québec: Gouvernement du Québec.
- Conseil supérieur de l'éducation (2011). L'intégration des apprentissages: Des visées ambitieuses à poursuivre. Projet de règlement modifiant le Régime pédagogique de l'éducation préscolaire, de l'enseignement primaire et de l'enseignement secondaire. Québec: Gouvernement du Québec.
- Conseil supérieur de l'éducation (2013). L'enseignement de la science et de la technologie au primaire et au premier cycle du secondaire. Québec: Gouvernement du Québec.
- Coquidé, M. (1998). Les pratiques expérimentales: Propos d'enseignants et conceptions officielles. *Aster*, 26, 109-132.
- Coquidé, M. (2000). *Le rapport expérimental au vivant*. Mémoire d'Habilitation à Diriger des Recherches, Université Paris XI, Orsay.
- Coquidé, . (2007). *De la découverte du monde aux travaux pratiques: Vers une didactique curriculaire en sciences*. Texte de conférence dans le cadre des travaux du CREAS, Université de Sherbrooke, Faculté d'éducation, Sherbrooke.
- Crawford, B.A., Krajcik, J.S. et Marx, R.W. (1999). Elements of a community of learners in a middle school science classroom. *Science Education*, 83(6), 701-723.
- Crindal, A. (1996). Caractériser les figures de la démarche de projet en technologie. *Aster*, 23, 61-86.
- Daniel, M.-F. (1997). *La philosophie et les enfants: Les modèles de Lipman et de Dewey*. Bruxelles: De Boeck et Belin.
- Darot, E., Astolfi, J.-P, Ginsburger-Vogel, Y. et Toussain, J. (1997). *Pratiques de formation en didactique des sciences*. Bruxelles: De Boeck.
- Daunay, B., Reuter, Y. et Thépaut, A. (2013). *Les contenus disciplinaires, Approches comparatistes*. Villeneuve d'Ascq, Presses Universitaires du Septentrion.
- Deforge, Y. (1990). *L'oeuvre et le produit*. Paris: Champ Vallon.
- Deledalle, G. (1967). *L'idée d'expérience dans la philosophie de John Dewey*. Paris: Presses universitaires de France.
- Deledalle, G. (1995). *John Dewey*. Paris: Presses universitaires de France.
- Désautels, J., Larochelle, M., Vincent, S., DeBlois, L et Gervais, C. (2005). Nouveaux programmes scolaires - Réformer la réforme? *Le Devoir* (Montréal), Édition du 16 Mars 2005.
- De Vecchi, G. et Carmona-Magnaldi, N. (1996). *Faire construire des savoirs*. Paris: Hachette.
- De Vecchi, G. et Giordan, A. (2002). *L'enseignement scientifique: Comment faire pour que «ça marche»? Paris: Delagrave Éditions.*
- De Vries, M.J. et Tamir, E. (1997). Shaping concepts of technology: What concepts and how to shape them? *International journal of technology and design education*, 7(1), 1-6.

- Dewey, J. (1925). *Comment nous pensons* (Trad. Par O. Decroly). Paris: Flammarion (1<sup>re</sup> éd. 1910).
- Dewey, J. (1947). *Expérience et éducation* (Trad. Par M.-A. Carroi). Paris: Bourrelrier (1<sup>re</sup> éd. 1938).
- Dewey, J. (1958). *Mon Credo pédagogique* (Trad. Par O. Tsui Chen). Paris: Vrin (1<sup>re</sup> éd. 1897).
- Dewey, J. (1964). Science as subject matter and as method. In R.D. Archambault (éd.), *John Dewey on Education* (p. 182-192). Chicago: University of Chicago Press.
- Dewey, J. (1967). *L'école et l'enfant* (Trad. par L.S. Pidoux et Introduit par E. Claparède). Genève: Institut des sciences de l'éducation de l'Université de Genève.
- Dewey, J. (1975). *Démocratie et éducation* (Trad. par G. Deledalle). Paris: Armand Colin et Nouveaux Horizons (1<sup>re</sup> éd. 1916).
- Dewey, J. et Dewey, E. (1931). *Les écoles de demain* (Trad. par R. Duthil). Paris: Flammarion (1<sup>re</sup> éd. 1915).
- Dolz, J., Ronveaux, Ch. et Schneuwly, B. (2006), Le synopsis - un outil pour analyser les objets enseignés, In M.-J. Perrin-Glorian, et Y. Reuter (éd.), *Les méthodes de recherche en didactiques*. Actes du Premier séminaire international de juin 2005. Villeneuve d'Ascq. Presses Universitaires du Septentrion.
- Dori, Y.J. et Tal, R.T. (2000). Formal and informal collaborative projects: Engaging in industry with environmental awareness. *Science Education*, 84(1), 95-113.
- Doulin, J.(2001). Graphismes techniques. In J. Colomb et J.-L. Martinand. *Éléments pour une didactique comparée : langue écrite, graphismes et construction des savoirs* (97-122).
- Ducharme, C.C. (1993). *Historical Roots of the Project Approach in the United States: 1850-1930*. Actes de colloque présenté à l'Annual Convention of the National Association for the Education of Young Children. Anaheim, CA, 10-13 novembre.
- Enfield, M., Smith, E. et Grueber, D. (2008). "A sketch is like a sentence": Curriculum structures that support teaching epistemic practices of science. *Science Education*, 92(4), 608-630. (DOI 10.1002/sce.20252). Document téléaccessible à l'adresse: <<http://www.interscience.wiley.com>>.
- Fabre, M. (1999). *Situations-problèmes et savoirs scolaires*. Paris: Presses universitaires de France.
- Fabre, M. (2001). Rencontre avec Michel Fabre : Situations problèmes et savoir scolaire. Actes du séminaire de didactique des sciences expérimentales et des disciplines technologiques, *Problème(s) et technologie : Éclairages pluriels*, ENS de Cachan.
- Fabre, M. (2001). Qu'est-ce que problématiser ? L'apport de John Dewey. In M. Fabre et E. Vellas, *Situations de formation et problématisation*, De Boeck université : perspectives en éducation et formation (pp.15-30).
- Fabre, M. (2009). *Philosophie et pédagogie du problème*. Paris: Vrin.



- Fabre, M. (2011). *Éduquer pour un monde problématique, La carte et la boussole*. Paris: Presses universitaires de France.
- Fortin, M. -F. (1996). *Le processus de la recherche : de la conception à la réalisation*. Québec : Décarie Éditeur.
- Foulquié, P. (1948). *Les écoles nouvelles*. Paris: Presses universitaires de France.
- Fourez, G. (1994). *Alphabétisation scientifique et technique. Essai sur les finalités de l'enseignement des sciences*. Bruxelles: De Boeck.
- Fourez, G. (1995). Le mouvement sciences, technologies et société (STS) et l'enseignement des sciences. *Perspectives*, 25(1), 27-41.
- Fourez, G. (1998). Se représenter et mettre en œuvre l'interdisciplinarité à l'école. *Revue des sciences de l'éducation*, 24(1), 1998, 31-50.
- Fourez, G. (2002). *La construction des sciences: Les logiques des inventions scientifiques* (4<sup>e</sup> éd.). Bruxelles: De Boeck.
- Fourez, G. et Larochelle, M. (2009). *Apprivoiser l'épistémologie*. Bruxelles: De Boeck
- Fourez, G., Englebert-Lecomte, V. et Mathy, P. (1997). *Nos savoirs sur nos savoirs, un lexique d'épistémologie*. Bruxelles: De Boeck Université.
- Fourez, G., Maingain, A. et Dufour, B. (2002). *Approches didactiques de l'interdisciplinarité*. Bruxelles: De Boeck.
- Francoeur-Bellavance, S. (1997). *Le travail en projet: Une stratégie pédagogique transdisciplinaire*. Longueil: INTÉGRA.
- Frank, M. (2006). A systems approach for developing technological literacy. *Journal of Technology Education*, 17(1), 19-34.
- Frank, M et Barzilai, A. (2006). Project-based technology: Instructional strategy for developing technological literacy. *Journal of Technology Education*, 18(1), 39-53.
- Fullan, M. (1994). Coordinating top-down and bottom-up strategies for educational reform. Document téléaccessible à l'adresse: <http://www2.ed.gov/pubs/EdReformStudies/SysReforms/fullan1.html>.
- Fullan, M. et Hargreaves, A. (dir.) (1992). *Teacher Development and Educational Change*. Document téléaccessible à l'adresse: <http://books.google.ca/books?id=OLKmo3IwPHsC&printsec=frontcover&hl=fr#PPA1,M1>.
- Gauthier, C. et Mellouki, M. (2005). *L'école: Virage ou dérapage? Le Devoir* (Montréal), Édition du 23 février 2005.

- Gauthier, C, Mellouki, M, Bissonnette, S Richard, M. (2005). Écoles efficaces et réussite scolaire des élèves à risque. Un état de la recherche. Rapport de recherche préparée pour le Fonds québécois de la recherche sur la société et la culture, Laval: Université Laval, GRIFPE. Document téléaccessible à l'adresse: <<http://www.fqrsq.gouv.qc.ca/recherche/pdf/RF-ClermontGauthier.pdf>>. Consulté le 1<sup>er</sup> novembre 2007.
- Gauthier, R.-F. (2006). Les contenus de l'enseignement secondaire dans le monde: état des lieux et choix stratégiques. Éditions: UNESCO. Document téléaccessible à l'adresse: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001475/147570f.pdf>>.
- Giordan A. (1998). Apprendre! Paris: Édition Belin.
- Giordan, A. (2010). Nouveaux contenus, nouvelles pratiques, peut-on mutualiser les problèmes et les acquis? In, A. Hasni, et J. Lebeaume (dir.), Nouveaux enjeux de l'éducation scientifique et technologique: Visées, contenus, compétences et pratiques. Ottawa: Presses de l'Université d'Ottawa.
- Giordan, A. et Pellaud, F. (2008). Comment enseigner les sciences: Manuel de pratiques. Paris: Delagrave.
- Grégoire, R. et Laferrière, T. (2001). Apprendre ensemble par projet avec l'ordinateur en réseau: Guide à l'intention des enseignants et des enseignantes. Site téléaccessible à l'adresse: <<http://www.tact.fse.ulaval.ca/fr/html/sites/guidep.html#1.1>>. Consulté le 10 août 2008.
- Guertin, L.-A. (2004). Bringing dinosaur science to the junior girl scouts through a college service-learning project. *Journal of Science Education and Technology*, 13, 4.
- Hamon, C. (2009). Graphismes techniques : tâches, natures et causes des difficultés des apprenants. *Aster*, 48, 39-96.
- Hasni, A. (2005a). La culture scientifique et technologique à l'école: de quelle culture s'agit-il et quelles conditions mettre en place pour la développer? In D. Simard et M. Mellouki (dir.), *L'enseignement. Profession intellectuelle* (p.105-130). Québec: Les Presses de l'Université Laval.
- Hasni, A. (2005b). Guide d'entrevue pour l'analyse des pratiques d'enseignement en sciences, technologies et mathématiques. Sherbrooke: Université de Sherbrooke, Faculté d'éducation, Centre de recherche sur l'enseignement et l'apprentissage des sciences (CREAS).
- Hasni, A. (2011a). Les savoirs scientifiques et technologiques et l'approche par compétences à l'école: Regard sur les documents officiels, les programmes et les pratiques d'enseignement. In *Les contenus disciplinaires* (12 p.). Actes du deuxième colloque international de l'Association pour des Recherches Comparatistes en Didactiques. [Cédérom]. Villeneuve d'Ascq: Université de Lille.
- Hasni, A. (2011b). Problématiser, contextualiser et conceptualiser en sciences: Point de vue d'enseignants du primaire sur leur pratique de classe. In A. Hasni et G. Baillat, *Pratiques d'enseignement des sciences et technologies dans le contexte des réformes curriculaires: Points de vue des enseignants, des formateurs et des chercheurs*. Reims: Presses universitaires de Reims.



- Hasni, A. et Bousadra, F. (2011). Les enseignants de sciences et technologies au Québec face aux nouvelles orientations curriculaires. In J. Lebeaume, A. Hasni et I. Hallée (dir.), *Recherches et expertises POUR l'enseignement de la technologie, des sciences et des mathématiques*. Bruxelles: De Boeck Université.
- Hasni, A. et Bousadra, F. et Dumais, N. (2011). Enseignement par projets et apprentissages disciplinaires: cas des sciences et technologies. *Vie pédagogique*, 159, 15-17
- Hasni, A., Bousadra, F. et Lefebvre, D. (sous presse).
- Hasni, A, Bousadra, F. et Marcos, B. (2011). L'enseignement par projet: Le quoi, le pourquoi et le comment. *Nouveaux cahiers de la recherche en éducation*, 14 (1), 7-28.
- Hasni, A. et Bousadra, F. (collaborations : Belletête, V., Benabdallah, A., Corriveau, A., Dubé, C., Nicole, M.-C. et Roy, P.) (accepté). L'étude des pratiques d'enseignement en sciences et technologies appliquée à un nombre élevé de séquences : choix, apports et défis méthodologiques. In Y. Lenoir (dir.), *Les méthodes d'analyse en action sur les pratiques d'enseignement: approches comparatives internationales*. Longueuil : Groupéditions Éditeur.
- Hasni, A., Bousadra, F. et Roy, P. (2011). Impact de la réforme par compétences sur les pratiques d'enseignement: Points de vue d'enseignants de sciences et technologies au secondaire. Communication présentée au Colloque L'enseignement et l'apprentissage des sciences et technologies et des mathématiques dans le cadre de la réforme par compétences: 10 ans après! dans le cadre du 79e Congrès de l'Association francophone pour le savoir (ACFAS), Sherbrooke, 9-13 mai.
- Hasni, A., Bousadra, F. et Roy, P. (2012). L'analyse des pratiques d'enseignement des points de vue des savoirs disciplinaires et des démarches d'enseignement en sciences et technologies : choix et contraintes méthodologiques. Communication au colloque Les méthodes d'analyse des pratiques d'enseignement : un regard comparatif international organisé par Lenoir, Y et al. au XVIIe congrès international de l'Association mondiale des sciences de l'éducation (AMSE-AMCE-WAER). Reims, 3-8 juin.
- Hasni, A., Lenoir, Y., Larose, F., Samson, G., Bousadra, F. et Dos Santos, C. (2008). Enseignement des sciences et technologies et interdisciplinarité: Point de vue d'enseignants du secondaire au Québec. In, A. Hasni et J. Lebeaume (dir.), *Regards sur l'interdisciplinarité dans le contexte de l'enseignement des sciences, technologies et mathématiques au secondaire*. Québec: Presses universitaires du Québec et INRP.
- Hasni, A., Lenoir, Y. et Lebeaume, J. (dir.) (2006). La formation à l'enseignement des sciences et des technologies au secondaire dans le contexte des réformes par compétences. Sainte-Foy: Presses de l'Université du Québec.
- Hasni, A. et Roy, P. (2006). Comment les manuels scolaires proposent-ils d'aborder les concepts scientifiques avec les élèves? Cas des concepts de biologie. In, J. Lebrun, J. Bédard et A. Hasni (dir.), *Matériel didactique et pédagogique: Soutien à l'appropriation ou déterminant de l'intervention éducative* (p. 125-162). Ste Foy: Presses de l'Université Laval.
- Hasni, A., Roy, P., Franc, S. et Dumais, N. (2010). L'enseignement et l'apprentissage de la diffusion et de l'osmose au secondaire: Étude de cas. In *Actes de colloque dans le cadre des troisièmes journées Montpellier-Sherbrooke*, Sherbrooke, 6-8 octobre.

- Hasni, A. et Samson, G. (2007). Développer les compétences en gardant le cap sur les savoirs. Première partie: Place de la problématisation dans les démarches à caractère scientifique. *Spectre*, 37(2), 26-29.
- Hasni, A. et Samson, G. (2008). Développer les compétences en gardant le cap sur les savoirs. Deuxième partie: La diversité des démarches à caractère scientifique et leurs liens avec les savoirs disciplinaires, *Spectre*, 37(3), 22-25.
- Hodson, D. (2006). Pour une approche plus critique du travail pratique en sciences à l'école. In A. Hasni, Y. Lenoir et J. Lebeaume (dir.), *La formation à l'enseignement des sciences et des technologies au secondaire dans le contexte des réformes par compétences* (p. 59-95). Sainte-Foy: Presses de l'Université du Québec.
- Hounshell, P. et Hill, S. (1989). The microcomputer and achievement and attitudes in high school biology. *Journal of research in science teaching*, 26(6), 543-549.
- Hubert, M. (2005). *Apprendre en projet*. Lyon: Chronique sociale.
- Inchauspé, P. (2005). La place des sciences dans le programme de formation, *Spectre thématique*, 6-10.
- Inchauspé, P. (2007). Pour l'école: Lettres à un enseignant sur la réforme des programmes. Montréal: Liber.
- Jonnaert, P. (2008). Curriculum - Note de synthèse. Document accessible à l'adresse : [http://cudc.uqam.ca/upload/files/Curr%20note%20synthese\\_final\\_janvier08.pdf](http://cudc.uqam.ca/upload/files/Curr%20note%20synthese_final_janvier08.pdf)  
Consulté le 10 mai 2012.
- Jonnaert, P., Barrette, J., Masciotra, D. et Mane, Y. (2006). La compétence comme organisateur des programmes d'études revisitée, ou la nécessité de passer de ce concept à celui de 'l'agir compétent'. *IBE Working papers on Curriculum Issues*, (4), Genève: Bureau International de l'Éducation/UNESCO.
- Jonnaert, P. et Masciotra, D. (2007). Constructivisme et logique de compétences pour les programmes d'études: un double défi, In L. Lafortune, M. Ettayebi et Ph.Jonnaert (dir.), *Observer les réformes en éducation*, (pages 15-32). Québec: Presses de l'Université du Québec.
- Joshua, S. (1989). Le rapport à l'expérimental dans la physique de l'enseignement secondaire. *Aster*, 8, 29-53.
- Kanter, D. (2010). Doing the Project and Learning the Content: Designing Project-Based Science Curricula for Meaningful Understanding. *Science Education*, 94, 525 – 551.
- Kanter, D. et Konstantopoulos, S. (2010). The Impact of a Project-Based Science Curriculum on Minority Student Achievement, Attitudes, and Careers: The Effects of Teacher Content and Pedagogical Content Knowledge and Inquiry-Based Practices. *Science Education*, 94, 855-887.
- Kilpatrick, W. (1918). *"The Project Method": Child-centeredness in progressive education*. Site téléaccessible à l'adresse: <<http://historymatters.gmu.edu/d/4954/>>. Consulté le 18 octobre 2008.

- Kilpatrick, W. (1925). *Foundations of method: Informal talks on teaching*. New York: Macmillan.
- Krajcik, J.S., Blumenfeld, P.C., Marx, R.W. et Soloway, E. (1994). A collaborative model for helping middle-grade science teachers learn project-based instruction. *The Innovations in Education and Teaching International*, 45(1), 55–65.
- Krajcik, J., Blumenfeld, P., Marx, R., Bass, K., Fredricks, J., et Soloway, E. (1998). Inquiry in project-based science classrooms: Initial attempts by middle school
- Krajcik, J., Czerniak, C. et Berger, C. (2003). Teaching science in elementary and middle school classrooms: A project-based approach. New York: McGraw-Hill Education.
- Krajcik, J., Mcneill, K et Reiser, B.J. (2007). Learning-goals-driven design model: Developing curriculum materials that align with national standards and incorporate project-based pedagogy. *Science Education*, 92(1), 1-32.
- Lacasse, M. et Barma, S. (2012). Intégrer l'éducation technologique à l'éducation scientifique: Pertinence pour les élèves et impacts sur les pratiques d'enseignants. *Revue canadienne de l'éducation*, 35(2), 155-191.
- Ladewski, B.G., Krajcik, J.S. et Harvey, C.L. (1994). A middle grade science teacher's emerging understanding of project-based instruction. *The Elementary School Journal*, 94(5), 498-515.
- Lam, Chan et Ma, (2008). Teacher and student intrinsic motivation in project-based learning. *Instructional science*, 37, 565-578
- Lave, J. et Wenger, E. (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Lebahar, J.-C. (2001). Approche didactique de l'enseignement du projet en architecture: Étude comparative de deux cas. *Didaskalia*, 19, 39-77.
- Lebeaume, J. (2005). Enquête sur les objets-produits au collège, ambiguïtés d'une offre et d'une demande. *Aster*, 41, 27-48.
- Magneron, N. et Lebeaume, J. (2004). Itinéraires de découverte au collège: À la recherche des principes coordinateurs. *Revue Française de Pédagogie*, 148, 101-118.
- Lenoir, Y. (2009). L'intervention éducative, un construit théorique pour analyser les pratiques d'enseignement. *Nouveaux cahiers de la recherche en éducation*, 12(1), 9-29.
- Lenoir, Y., Larose, F., Deaudelin, C., Kalubi, J.-C. et Roy, G.-R. (2002). L'intervention éducative: clarifications conceptuelles et enjeux sociaux. Pour une reconceptualisation des pratiques d'intervention en enseignement et en formation à l'enseignement. *Esprit critique*, 4(4). Document téléaccessible à l'adresse <<http://www.espritcritique.org/>>.
- Lenoir, Y., Maubant, P., Hasni, A., Lebrun, J., Zaid, A., Habboub, E. et McConnell, A.-C. (2007). *À la recherche d'un cadre conceptuel pour analyser les pratiques d'enseignement*. Sherbrooke: Université de Sherbrooke, Faculté d'éducation, CRCIE et CRIE (Documents du CRIE et de la CRCIE n° 2).
- Lenoir, Y. et Vanhule, S. (2006). L'état de la recherche au Québec sur la formation à l'enseignement. Vers de nouvelles perspectives en recherche. Sherbrooke: Éditions du CRP.



- Leroux, P. (2005). Réalisation de micro-robots au collège: mise au point d'une démarche pédagogique et d'un environnement informatique support des activités, *Aster*, 41, 49- 77.
- Levinson, R., Murphy, P. et McCormick, R. (1997). Science and technology concepts in a design and technology project: A pilot study. *Research in Science & Technological Education*, 15(2), 235-255.
- Lidar, M., Lundqvist, E. et Ostman, L. (2005). Teaching and learning in the science classroom: The interplay between teachers' epistemological moves and students' practical epistemology. *Science Education*, 90(1), 148-163.
- Martinand J.-L. (1986). *Connaître et transformer la matière*. Berne: Peter Lang.
- Martinand, J.-L. (1994a). La didactique des sciences et de la technologie et la formation des enseignants. *Aster*, 19, 61-75.
- Martinand, J.-L. (dir.) (1994b). *Nouveaux regards sur l'enseignement et l'apprentissage de la modélisation en sciences*. Paris: INRP.
- Martinand, J.-L. (1995a). Rudiments d'épistémologie appliquée pour une discipline nouvelle: la technologie, In M. Develay (dir.), *Savoirs scolaires et didactiques des disciplines: Une encyclopédie pour aujourd'hui* (p. 339-352).
- Martinand, J.-L. (2003a). L'éducation technologique à l'école moyenne en France: problèmes de didactique curriculaire. *Revue canadienne de l'enseignement des sciences, des mathématiques et des technologies*, 3(1), 101-106.
- Martinand, J.-L. (2003b). La question de la référence en didactique du curriculum, *Investigações em Ensino de Ciências*, 8(2), 125-130
- Martinand, J.-L. (2005). La modélisation, In M. Goffard et A. Weil-Barais (dir.). *Enseigner et apprendre les sciences. Recherches et pratiques* (p. 174-181). Paris: Dunod.
- Martinand, J.-L. (2010). Schémas didactiques pour la modélisation en sciences et technologies. *Spectre*, 20-24.
- Martinand, J.-L. (2013). Pour une posture didacticienne, comparatiste et proactive. In. B. Daunay., Y. Reuter et A. Thépaut (éd.). *Les contenus disciplinaires, approches comparatistes* (p. 247-256). Villeneuve d'Ascq: Presses Universitaires du Septentrion.
- Marx, R.W., Blumenfeld, P.C., Krajcik, J.S. et Soloway, E. (1997). Enacting project-based science: Challenges for practice and policy. *Elementary School Journal*, 97, 341-358.
- McCormick, R. (1997). Conceptual and Procedural Knowledge. *International journal of technology and design education*, 7(1), 141-159.
- Millar, R., et Osborne, J. F. (Eds.). (1998). *Beyond 2000: Science Education for the Future*. London: King's College London.
- Ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport (2005). Le renouveau pédagogique: ce qui définit «le changement» préscolaire, primaire, secondaire. Québec: Gouvernement du Québec.
- Ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport (2006a). *Programme de formation de l'école québécoise. Enseignement secondaire, 1<sup>er</sup> cycle*. Québec: Gouvernement du Québec.

- Ministère de l'Éducation du Loisir et du Sport (2008a). Guide organisationnel PI-PPO, Dans le cadre de la mise en œuvre du projet intégrateur et du projet personnel d'orientation, Québec (57 p.). Québec: Gouvernement du Québec.
- Ministère de l'Éducation du Loisir et du Sport (2009). «*Projet intégrateur*», *Programme de formation de l'école québécoise, enseignement secondaire, 2e cycle* (p. 1-21). Québec: Gouvernement du Québec. Document téléaccessible à l'adresse <<http://www.mels.gouv.qc.ca/sections/programmeFormation/secondaire2/medias/08-00748.pdf>>. Consulté le 1<sup>er</sup> juin 2011.
- Ministère de l'Éducation du Québec (1996). *Les États généraux sur l'éducation 1995-1996. Exposé de la situation*. Québec: Gouvernement du Québec.
- Ministère de l'Éducation du Québec (1997a). *Réaffirmer l'école. Prendre le virage du succès*. Rapport du groupe de travail sur la réforme du curriculum. Québec: Gouvernement du Québec.
- Ministère de l'Éducation du Québec (1997b). *L'école, tout un programme. Énoncé de politique éducative*. Québec: Gouvernement du Québec.
- Ministère de l'Éducation du Québec (1997c). *Prendre le virage du succès. Plan d'action ministériel pour la réforme de l'éducation*. Québec: Gouvernement du Québec.
- Minstrell, J. (1992). Facets of students' knowledge and relevant instruction. In R. Duit, F. Goldberg et H. Niedderer (éd.), *Research in physics learning: Theoretical issues and empirical studies* (p. 110-128). Kiel: IPN.
- Moje, E.B., Collazo, T., Carrillo, R et Marx, R.W. (2001). "Maestro, what is quality?": Language, literacy, and discourse in project-based science. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(4), 469-498.
- National Research Council (1996). *National science education standards*. Washington: National Academy Press.
- National Research Council. (2000). *Inquiry and the national science education standards*. Washington: National Academy Press. Site téléaccessible à l'adresse <<http://www.nap.edu/catalog/9596.html>>.
- Not, L. (1979). *Les pédagogies de la connaissance*. Toulouse: Privat.
- Not, L. (1987). *Enseigner et faire apprendre: éléments de psycho-didactique générale*. Toulouse: Privat.
- Not, L. (1988). Les grands courants de la pédagogie contemporaine. In J-M.Gabaude et L. Not, *La pédagogie contemporaine* (p. 11-340). 2<sup>e</sup> édition. Toulouse: Éditions Universitaires du Sud.
- Not, L. (1991). La notion de projet entre 1875 et 1975. In M. Bru et L. Not (dir.), *Où va la pédagogie du projet?* (p. 7-41) (2<sup>e</sup> éd.). Toulouse: Éditions universitaires du Sud
- Ohlsson, S. (1996). Learning to do and learning to understand: A lesson and a challenge for cognitive modeling. In P. Reiman et H. Spada (dir.), *Learning in humans and machine* (p. 37-62). Oxford: Pergamon Elsevier Science.



- O'Neill, D.K. et Polman, J.L. (2004). Why educate ‘‘little scientists?’’ Examining the potential of practice-based scientific literacy. *Journal of research in science teaching*, 41(3), 234–266.
- Orange, (2007). Problèmes, savoirs et problématisations : l'exemple des activités scientifiques, In. M. Durand et M. Fabre, *Les situations de formation entre savoirs, problèmes et activités*. Paris : L'harmattan (pp.191-210).
- Organisation de coopération et de développement économiques. (2001). *Investir dans les compétences pour tous*. Réunion des ministres de l'éducation des pays membres de l'OCDE. Paris, OCDE. Document téléaccessible à l'adresse: <http://www.oecd.org/dataoecd/48/25/1870597.pdf>.
- Perrenoud, P. (2002). Apprendre à l'école à travers des projets: pourquoi? Comment? *Éducateur*, 14, 6-11.
- Perrin-Glorian, M.-J. et Reuter, Y. (2006). Les méthodes de recherche en didactiques. In M.-J. Perrin-Glorian, et Y. Reuter (éd.), *Les méthodes de recherche en didactiques*. Actes du Premier séminaire international de juin 2005. Villeneuve d'Ascq. Presses Universitaires du Septentrion.
- Petrosino, A.J. (2004). Integrating curriculum, instruction, and assessment in project-based instruction: A case study of an experienced teacher. *Journal of Science Education and Technology*, 13(4), 447-460.
- Peyronie, H. (1995). Célestin Freinet (1896- 1966). In H. Houssaye (dir.), *Quinze pédagogues, textes choisis: Rousseau, Pestalozzi, Fröbel, Robin, Ferrer, Steiner, Dewey, Decroly, Montessori, Makarenko, Ferrière, Cousinet, Freinet, Neill, Rogers* (p. 209-223). Paris: Armand Colin.
- Piaget, J. (1967). *Logique et connaissance scientifique*. Paris: Gallimard.
- Polman, J.L. (2004). Dialogic activity structures for project-based learning environments. *Cognition and instruction*, 22(4), 431-466.
- Polman, J.L. et Pea, R.D. (2001). Transformative communication as a cultural tool for guiding inquiry science. *Science Education*, 85, 223-238.
- Proulx, J. (2004). *L'apprentissage par projet*. Sainte-Foy: Presses de l'Université du Québec.
- Quivy, R et Campenhoudt, L.V. (2006). *Manuel de recherche en sciences sociales*. (3<sup>e</sup> éd.). Paris: Dunod. (1<sup>re</sup> éd. 1988).
- Rabardel, (1995). Les Hommes et les technologies une approche cognitive des instruments contemporains. Paris : Université de Paris 8.
- Rahm J. (2006). A look at meaning making in science through school-scientist-museum partnerships. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 6(1), 47-66.
- Railsback, J. (2002). Project-based instruction: creating excitement for learning. Document produit par l'Office of Educational Research and Improvement (ED). Washington, DC.
- Rey, (2011). Situations et savoirs dans la pratique de classe. *Recherche en éducation*, 12, 35-49.

- Richard, M. et Bissonnette, S. (2005). Le danger qui guette la réforme québécoise: Confondre les apprentissages scolaires avec les apprentissages de la vie, *Vie pédagogique*, 123, 45-49.
- Rivet, A.E. et Krajcik, J.S. (2004). Achieving standards in urban systemic reform: An example of a sixth grade project-based science curriculum. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(7), 669-692.
- Rivet, A.E. et Krajcik, J.S. (2008). Contextualizing instruction: leveraging students' prior knowledge and experiences to foster understanding of middle school science. *Journal of research in science teaching*, 45(1), 79-100
- Rosenfeld, M. et Rosenfeld, S. (2006). Understanding teacher responses to constructivist learning environments: Challenges and resolutions. *Science Education*, 60(3), 385-399.
- Roth, K.J., Druker, S.L., Garnier, H.E., Lemmens, M., Chen, C., Kawanaka, T., Rasmussen, D., Trubacova, S., Warvi, D., Okamoto, Y., Gonzales, P., Stigler, J., et Gallimore, R. (2006). Teaching science in five countries: results from the timss 1999 video study statistical analysis report (NCES 2006-011). Washington: U.S. Department of Education, National Center for Education Statistics. Washington, DC: U.S. Government Printing Office.
- Ryder, J. et Leach, J. (1998). Enseigner les pratiques effectives de la science: Expériences d'étudiants en projet de recherche en licence. *Didaskalia*, 12, 39-61.
- Sandoval, W.A. (2005). Understanding students' practical epistemologies and their influence on learning through inquiry. *Science Education*, 89, 634-656.
- Sauvageot, M. (1994). Les trames conceptuelles, outil de formation en didactique de la biologie. *Didaskalia*, 5, 91- 104.
- Schneider, R.M., Krajcik, J., Marx, R.W. et Soloway, E. (2002). Performance of students in project-based science classrooms on a national measure of science achievement. *Journal of research in science teaching*, 39(5), 410-422.
- Schneider, R. M., Krajcik, J., Marx, R. W. et Soloway, E. (2005). Performance of Students in Project-Based Science Classrooms on a National Measure of Science Achievement. *Journal of research in science teaching*, 39(5), 410-422.
- Schneuwly, B., Cordeiro, G.S. et Dolz, J. (2005). À la recherche de l'objet enseigné: Une démarche multifocale. *Les dossiers des sciences de l'éducation*, 14, 77-93.
- Schneuwly, B., Dolz, J. et Ronveaux, C. (2006). Le synopsis: un outil pour analyser les objets enseignés. In M.-J. Perrin-Glorian, et Y. Reuter (éd.), *Les méthodes de recherche en didactiques* (p. 175-190) Actes du Premier séminaire international de juin 2005. Villeneuve d'Ascq. Presses Universitaires du Septentrion.
- Schutz, A. (1998). Éléments de sociologie phénoménologique. Paris : Harmattan
- Sensevy, G. (2007). Des catégories pour décrire et comprendre l'action didactique, In G. Sensevy et A. Mercier (dir.), *Agir ensemble: L'action didactique conjointe du professeur et des élèves* (p. 13-49). Rennes: Presses universitaires de Rennes.

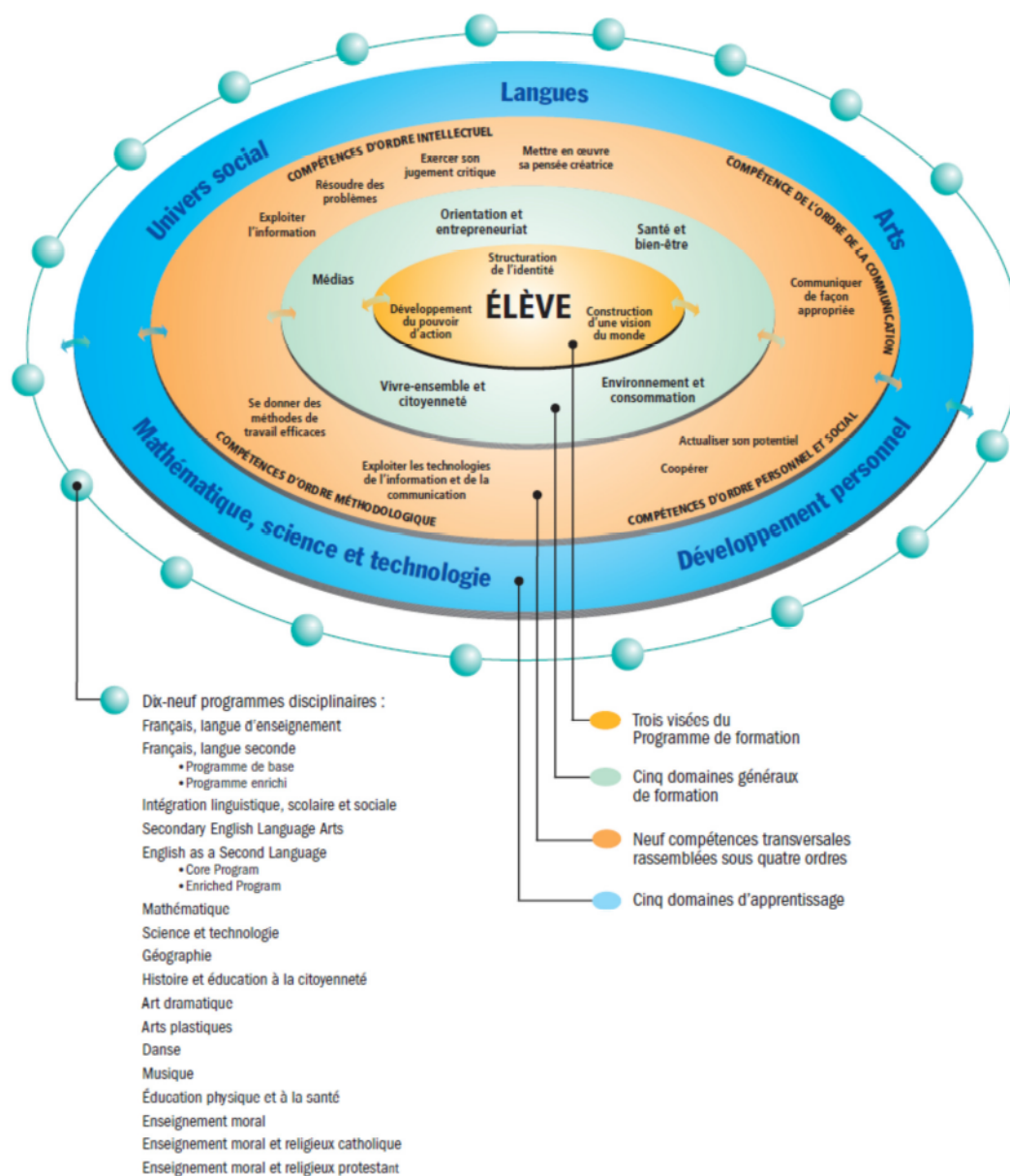
- Sensevy, G. et Mercier, A. (dir.) (2007). *Agir ensemble: L'action didactique conjointe du professeur et des élèves*. Rennes: Presses Universitaires de Rennes.
- Shymansky, J.A., Kyle, W.C., et Alport, J.M. (1983). The effects of new science curricula on student performance. *Journal of Research in Science Teaching*, 20(5), 387-404.
- Singer, J.E., Wu. H.-K. et Tal, R. (2003). Students' understanding of the particulate nature of matter. *School Science and Mathematics*, 103(1), 28-42.
- Stratford, S.J. et Finkel, E.A. (1996). The impact of science ware and foundations on students' attitudes towards science and science classes. *Journal of Science Education and Technology*, 5(1), 59-67.
- Tal, T., Krajcik, J.-S. et Blumenfeld, P.-C. (2006). Urban Schools' Teachers Enacting Project-Based Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(7), 722-745.
- Tardif, J. (1999). *Le transfert des apprentissages*. Montréal: Éditions Logiques
- Tardif, M. et Lessard, C. (2004). *La profession d'enseignant aujourd'hui: évolutions, perspectives et enjeux internationaux*. Québec: Les Presses de l'Université Laval
- Thomas, J.W. (2000). *A review of research on project-based learning*. Document téléaccessible à l'adresse <<http://www.autodesk.com>>.
- Tiberghien, A. (2009). Réfléchir aux statuts des savoirs est primordial pour comprendre les sciences. *Prisme*, 48, 1-6.
- Tiberghien, A. (2012). Tiberghien, A. (2012). Analyse d'une séance de physique en seconde : quelle continuité dans les pratiques ? *Education et Didactique*, 6(3), 97-123.
- Tiberghien, A. et Malkoun, L. (2010). Analysis of classroom practices from the knowledge point of view: how to characterize them and relate them to students' performances, *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 10(1), 1-32.
- Tiberghien, A. Malkoun, L. Buty, C., Souassy, N. et Mortimer, E. (2007). Analyse des savoirs en jeu en classe de physique à différentes échelles de temps. In G. Sensevy et A. Mercier (dir.), *Agir ensemble: L'action didactique conjointe du professeur et des élèves* (p. 73-98). Rennes: Presses universitaires de Rennes.
- Tiberghien, A., Malkoun, L., et Seck, M. (2008). Analyse des pratiques de classes de physique: Aspects théoriques et méthodologiques. *Les dossiers des sciences de l'éducation*, 19, 61-79.
- Toolin, R. E. (2004). Striking a balance between innovation and standards: a study of teachers implementing project-based approaches to teaching science. *Journal of Science Education and Technology*, 13(2), 179-187.
- Tsaparlis, G. et Gorezi, M. (2005). A modification of a conventional expository physical chemistry laboratory to accommodate an inquiry/project-based component: Method and students' evaluation. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 5 (1), 111-131
- Tsuin-Chen, O. (1958). *La doctrine pédagogique de John Dewey* (2<sup>e</sup> éd.). Paris: Vrin (1<sup>re</sup> éd. 1931).



- UNESCO (2000). Science education for problems, issues and dilemmas. Final report of the international workshop on the reform in the teaching of science and technology at primary and secondary level in Asia: Comparative references. Genève: International Bureau of Education
- UNESCO (2004). *Science and technology education: systemic approaches to reform*. Site téléaccessible à l'adresse [http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001352/135200e.pdf#xml=http://unesdoc.unesco.org/ulis/cgi-bin/ulis.pl?database=ged&set=40DBEF0B\\_3\\_122&hits\\_rec=1&hits\\_lng=eng](http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001352/135200e.pdf#xml=http://unesdoc.unesco.org/ulis/cgi-bin/ulis.pl?database=ged&set=40DBEF0B_3_122&hits_rec=1&hits_lng=eng).
- Van der Maren, J.-M. (1995). *Méthodes de recherche pour l'éducation*. Montréal : Presse de l'Université de Montréal.
- Vérillon, P. (1996). Approches psychologiques et didactiques en technologie : l'exemple du dessin technique. *Aster*, 22, 127-147
- Vérillon, P. (2001). Modéliser l'apprentissage de la lecture des graphismes techniques : l'apport des approches psychologiques du dessin technique In J. Colomb et J.-L. Martinand. *Éléments pour une didactique comparée : langue écrite, graphismes et construction des savoirs* (21-41).
- Vérillon, P., Leroux, P. et Manneux, G. (2005). Activité productive et processus constructifs à l'école: les activités scolaires de production peuvent-elles être source de construction pour les élèves? *Aster*, 41, 3-26.
- Vial, J. (1976). *Pédagogie du projet*. Paris: INRP
- Viennot, L. (1996). *Raisonnement en physique. La part du sens commun*. De Boeck et Larcier.
- Vygotski, L. (1997). *Pensée et langage*. Paris: La Dispute (1<sup>re</sup> éd. 1934).
- Waks, S et Sabag, N.(2004). Technology project learning versus lab experimentation. *Journal of Science Education and Technology*, 13(3), 333-342.
- Waks, S. et Merdler, M. (2003). Creative thinking of practical engineering students during a design project. *Research in Science & Technological Education*, 21(1), 101-121.
- Westbrook, R.B. (1993). John Dewey. *Perspectives*, 23(1), 277-293.
- Wu, H.-K. et Krajcik, J.S. (2006). Exploring middle school students' use of inscriptions in project-based science classrooms. *Science Education*, 90(5), 1-22.
- Yin, R.K. (2003). *Case Research, Design and Methods Study* (3<sup>e</sup> éd.). Thousand Oaks, CA: Sage Publications.

## ANNEXE 1 STRUCTURE DU PFEQ

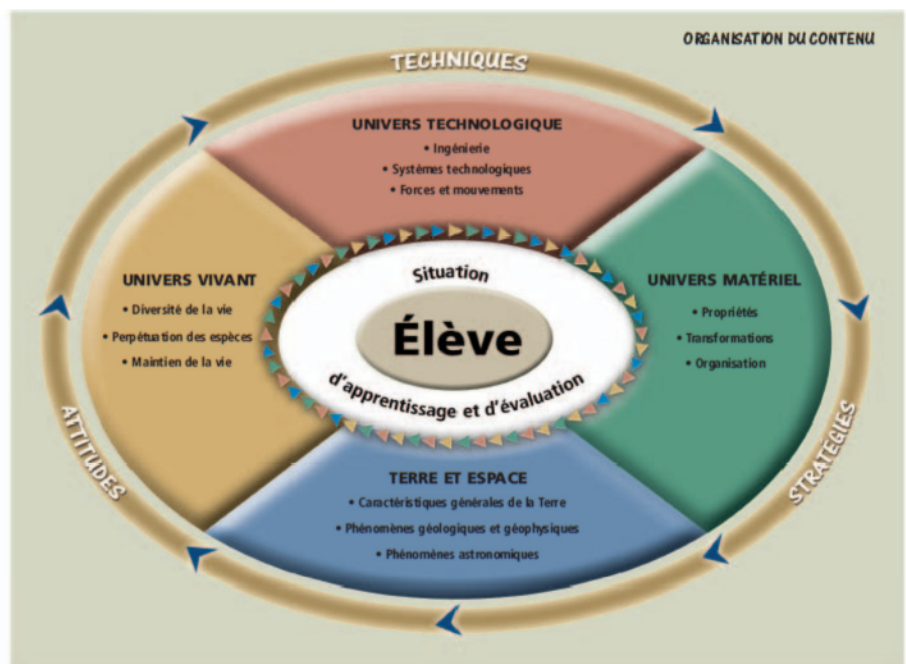
### Le Programme de formation





## ANNEXE 2

### CONTENUS DE FORMATION DU PROGRAMME DE ST



Programme de formation de l'école québécoise

Domaine de la mathématique, de la science et de la technologie

Science et technologie

#### Univers matériel

La connaissance de l'univers matériel amène l'élève à porter un regard nouveau sur la matière présente dans son environnement. L'étude de ses propriétés, de ses transformations ainsi que de son organisation permet aussi d'envisager de nombreux usages ou procédés utiles.

Concepts généraux	Orientations	Concepts prescrits	Repères culturels possibles
<p><b>Propriétés</b></p> <p>Dans le monde qui nous entoure, il existe une grande diversité de substances et de matériaux. Qu'ils soient naturels ou fabriqués, ils se distinguent les uns des autres par leurs propriétés caractéristiques. Ces dernières déterminent fréquemment l'usage qui peut en être fait et les problèmes qu'ils peuvent causer.</p> <p>Toutefois, d'autres propriétés, comme la masse ou le volume, ne permettent pas l'identification d'une substance, d'un groupe de substances ou d'un matériau. Ces propriétés sont, elles aussi, fondamentales pour le développement en science et technologie, car elles interviennent souvent dans des activités de mesure ou dans l'énoncé de lois.</p> <p>En général, les propriétés permettent des descriptions et conduisent à l'explication de certains phénomènes.</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Propriétés caractéristiques</li> <li>• Masse</li> <li>• Volume</li> <li>• Température</li> <li>• États de la matière</li> <li>• Acidité/basicité</li> </ul>	<p><b>Environnement</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Technologie de l'adaptation au climat</li> <li>• Pollution de l'eau</li> <li>• Traitement des eaux usées</li> <li>• Eaux potables</li> <li>• Gestion des déchets</li> <li>• Pluies acides</li> </ul> <p><b>Histoire</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Évolution des instruments de mesure</li> <li>• Histoire de la découverte de nouvelles substances</li> </ul>
<p><b>Transformations</b></p> <p>Sous l'influence de certains facteurs, les substances et les matériaux subissent des transformations. Certaines de ces transformations se produisent naturellement, mais il est aussi possible d'agir sur elles. Comme les bénéfices que nous en retirons s'accompagnent aussi d'effets indésirables et nocifs, la compréhension de la nature de ces transformations s'avère indispensable.</p> <p>Les transformations sont qualifiées de « chimiques » ou de « physiques » selon que les molécules impliquées sont modifiées ou non. Au cours de chacune de ces transformations, la masse de la matière est conservée ainsi que le nombre d'atomes de chaque élément qui la compose.</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Changement physique</li> <li>• Changement chimique</li> <li>• Conservation de la matière</li> <li>• Mélanges</li> <li>• Solutions</li> <li>• Séparation des mélanges</li> </ul>	<p><b>Environnement</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pollution chimique et thermique</li> <li>• Recyclage</li> <li>• Conservation et restauration des biens</li> <li>• Exploitation des hydrocarbures</li> </ul> <p><b>Interventions humaines</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Transformation des aliments</li> <li>• Fabrication des produits domestiques</li> <li>• Textiles (teintures et fibres synthétiques)</li> <li>• Métallurgie (alumineries)</li> </ul> <p><b>Histoire</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Antoine Laurent de Lavoisier</li> </ul>

Programme de formation de l'école québécoise

Concepts généraux	Orientations	Concepts prescrits	Repères culturels possibles
<b>Organisation</b>	<p>Au cours de l'histoire, différents modèles de structure de la matière ont été proposés pour expliquer ses propriétés et ses transformations.</p> <p>Au premier cycle du secondaire, les atomes sont présentés comme étant à la base de l'organisation de la matière. Le tableau périodique constitue un répertoire des atomes de tous les éléments connus. Dans certaines circonstances et selon leurs affinités, les atomes se combinent pour constituer des molécules.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Atome</li> <li>• Élément</li> <li>• Tableau périodique</li> <li>• Molécule</li> </ul>	<p><i>Histoire</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Démocrite et Aristote</li> <li>• John Dalton</li> <li>• Francis Bacon</li> <li>• Dmitri Ivanovitch Mendelév</li> </ul>

## Univers vivant

En observant les manifestations de la vie qui l'entoure, l'élève prend conscience de l'incroyable diversité chez les êtres vivants. Chaque forme de vie est le résultat de stratégies qui ont été couronnées de succès. Il réalise que la perpétuation des espèces est assurée par la fonction de reproduction. De plus, il est amené à découvrir que le maintien de la vie est étroitement lié aux fonctions cellulaires.

Concepts généraux	Orientations	Concepts prescrits	Repères culturels possibles
<b>Diversité de la vie</b>	<p>Sur la Terre, des millions d'êtres vivants sont répartis dans divers habitats. Leur étude révèle une foule de stratégies adaptatives ingénieuses et constitue une source constante d'émerveillement.</p> <p>Au fil du temps, à travers les processus de l'évolution et de la sélection naturelle, certains caractères des vivants se sont modifiés et de nouvelles espèces sont apparues. En effet, lorsque, au sein d'une même espèce, les variations permettent une meilleure adaptation, elles sont favorisées et transmises par les gènes aux générations suivantes.</p> <p>Grâce à l'observation des différences et des similitudes entre les diverses espèces, il a été possible d'établir un système de classification et de l'utiliser.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Habitat</li> <li>• Niche écologique</li> <li>• Espèce</li> <li>• Population</li> <li>• Adaptations physiques et comportementales</li> <li>• Évolution</li> <li>• Taxonomie</li> <li>• Gènes et chromosomes</li> </ul>	<p><i>Histoire</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Darwin et Lamarck</li> <li>• Linné</li> </ul> <p><i>Ressources du milieu</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Faune et flore du Québec</li> <li>• Parc de Miguasha</li> <li>• Biodôme de Montréal</li> <li>• Jardins zoologiques</li> <li>• Jardins botaniques</li> <li>• Aquariums</li> <li>• Musées d'histoire naturelle</li> </ul> <p><i>Environnement</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Traités internationaux sur la protection de l'environnement</li> <li>• Gestion des ressources forestières</li> <li>• Aires protégées</li> <li>• Régions biogéographiques du Québec</li> </ul>

Concepts généraux	Orientations	Concepts prescrits	Repères culturels possibles
<b>Perpétuation des espèces</b>	<p>La perpétuation des espèces est assurée par la fonction de reproduction.</p> <p>L'étude de cette fonction chez différentes espèces révèle un large éventail de solutions originales et efficaces.</p> <p>Pour l'humanité dans son ensemble, la sexualité ne se limite pas à la reproduction et la régulation des naissances apparaît comme une question de survie collective. Dans la plupart des régions de la Terre, différentes méthodes de contrôle des naissances sont accessibles aux individus qui le souhaitent.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reproduction asexuée ou sexuée</li> <li>• Modes de reproduction chez les végétaux</li> <li>• Modes de reproduction chez les animaux</li> <li>• Organes reproducteurs</li> <li>• Gamètes</li> <li>• Fécondation</li> <li>• Grossesse</li> <li>• Stades du développement humain</li> <li>• Contraception</li> <li>• Moyens empêchant la fixation du zygote dans l'utérus</li> <li>• Maladies transmises sexuellement</li> </ul>	<p><i>Populations humaines</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dénatalité</li> <li>• Surpopulation</li> </ul> <p><i>Interventions humaines</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Technologie de la reproduction</li> <li>• Clonage</li> <li>• Moyens de contraception</li> <li>• Horticulture</li> <li>• Agriculture</li> </ul> <p><i>Ressources du milieu</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Musées d'interprétation de la nature</li> <li>• Saisons de chasse et de pêche</li> </ul>
<b>Maintien de la vie</b>	<p>Au premier cycle du secondaire, on considère la cellule comme l'unité structurale et fonctionnelle de base de la vie.</p> <p>Malgré l'étonnante variété des formes que les cellules peuvent prendre, on réalise qu'elles assurent des fonctions vitales comparables.</p> <p>Ces fonctions vitales sont à la base du maintien de la vie.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caractéristiques du vivant</li> <li>• Cellules végétales et animales</li> <li>• Photosynthèse et respiration</li> <li>• Constituants cellulaires visibles au microscope</li> <li>• Intrants et extrants (énergie, nutriments, déchets)</li> <li>• Osmose et diffusion</li> </ul>	<p><i>Histoire</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Découverte du microscope</li> <li>• Histoire de la vaccination</li> </ul> <p><i>Santé physique et mentale</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Drogues et poisons</li> </ul> <p><i>Interventions humaines</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Organismes génétiquement modifiés</li> </ul>

## Terre et espace

Les connaissances relatives à la Terre et à l'espace permettent à l'élève de prendre conscience de l'extraordinaire variété de l'architecture et de la composition de la planète. Celle-ci est présentée comme une entité complexe et dynamique dont l'étude permet de porter un regard global sur les grands enjeux de l'heure. De plus, par l'étude de la situation de la Terre dans l'espace, l'élève est en mesure d'interpréter certains phénomènes astronomiques et terrestres associés à cette situation.

Concepts généraux	Orientations	Concepts prescrits	Repères culturels possibles
<b>Caractéristiques générales de la Terre</b>  La planète Terre n'est pas un bloc homogène et monolithique. Bien au contraire, il est possible de l'analyser et d'étudier sa structure. Depuis son centre jusqu'aux plus hautes couches de son atmosphère, la composition et la constitution de la Terre varient considérablement. L'étude de sa surface révèle également des différences importantes. Toutes ces spécificités ne sont pas sans effet sur les êtres vivants de la biosphère.  L'observation, l'analyse et la modélisation de notre planète nous ont jusqu'ici permis de déterminer notre responsabilité à l'égard de certains changements observés. L'étude de ces changements devrait maintenant nous conduire vers une prise en charge collective de la santé de la planète.		<ul style="list-style-type: none"> <li>Structure interne de la Terre</li> <li>Lithosphère</li> <li>Hydrosphère</li> <li>Atmosphère</li> <li>Types de roches (minéraux de base)</li> <li>Couches de l'atmosphère</li> <li>Eau (répartition)</li> <li>Air (composition)</li> <li>Types de sols</li> <li>Relief</li> </ul>	<b>Environnement</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>L'eau comme richesse (Saint-Laurent, lacs et rivières du Québec, Grands Lacs, etc.)</li> <li>Ressources naturelles québécoises (mines, forêts)</li> <li>Changements climatiques</li> <li>Déforestation</li> <li>Érosion des terres agricoles</li> </ul>
<b>Phénomènes géologiques et géophysiques</b>  La Terre est un ensemble d'une complexité fascinante dont la dynamique interne, bien que peu sensible à l'échelle humaine, est à l'origine de nombreux phénomènes géologiques perceptibles.  La Terre est également l'hôte de nombreuses manifestations naturelles de l'énergie, dont le Soleil est généralement l'origine et qui sont susceptibles d'être exploitées par l'humain.		<ul style="list-style-type: none"> <li>Plaque tectonique</li> <li>Volcan</li> <li>Tremblement de terre</li> <li>Orogenèse</li> <li>Érosion</li> <li>Manifestations naturelles de l'énergie</li> <li>Vertes</li> <li>Cycle de l'eau</li> <li>Ressources énergétiques renouvelables et non renouvelables</li> </ul>	<b>Interventions humaines</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Exploitation des ressources énergétiques québécoises</li> </ul> <b>Événements</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Crise du verglas</li> <li>« Déluge » du Saguenay</li> </ul> <b>Géographie</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Appalaches</li> <li>Régions géologiques du Québec et relief québécois</li> </ul>

287  
Chapitre 4

Programme de formation de l'école québécoise

Domaines de la mathématique, de la science et de la technologie

Science et technologie

288

Concepts généraux	Orientations	Concepts prescrits	Repères culturels possibles
<b>Phénomènes astronomiques</b>  Bien qu'à première vue il apparaisse à peu près statique, le ciel est le théâtre d'une activité peu commune. Cette activité est généralement gouvernée par la gravitation universelle, qui agit entre tous les astres, règle leurs mouvements et détermine la structure du système solaire.  L'étude de ces mouvements ainsi que des propriétés de la lumière permet d'expliquer de nombreux phénomènes perceptibles sur notre planète, comme l'alternance du jour et de la nuit, les phases de la Lune, les éclipses, les saisons et les comètes.  L'étude du système solaire permet aussi l'identification de certaines conditions essentielles à l'apparition et au maintien de la vie.		<ul style="list-style-type: none"> <li>Gravitation universelle (étude qualitative)</li> <li>Système solaire</li> <li>Lumière (propriétés)</li> <li>Cycle du jour et de la nuit</li> <li>Phases de la Lune</li> <li>Éclipses</li> <li>Saisons</li> <li>Comètes</li> <li>Aurores boréales</li> <li>Impacts météoritiques</li> </ul>	<b>Ressources du milieu</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Observatoires astronomiques</li> <li>Planétarium</li> </ul> <b>Événements</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Cratères de Manicouagan</li> <li>Astéroïde de Charlevoix</li> </ul> <b>Interventions humaines</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Programme spatial canadien</li> <li>Satellites artificiels</li> <li>Station spatiale internationale</li> </ul> <b>Histoire</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Fuseaux horaires</li> <li>Calendrier</li> <li>Histoire de la navigation</li> <li>Conquête de l'espace</li> <li>Extinction des dinosaures</li> </ul>

## Univers technologique

En se familiarisant avec l'univers technologique, l'élève est amené à prendre conscience que la technologie fait partie intégrante du monde qui l'entoure. L'étude des concepts d'ingénierie vise à lui donner des outils lui permettant de concevoir et de fabriquer un prototype d'objet technique. Par l'étude des mécanismes sous l'angle des forces, des mouvements ou des transformations de l'énergie, l'élève peut comprendre le fonctionnement de certains systèmes technologiques.

Concepts généraux	Orientations	Concepts prescrits	Repères culturels possibles
<b>Ingénierie</b>  La technologie a toujours fait partie de toutes les cultures humaines. Bien que simples, les premiers objets construits étaient ingénieux. Au fil du temps, ils ont vu leur structure se complexifier, ce qui impliquait un plus grand nombre de pièces en interaction.  De nouvelles méthodes se sont donc avérées nécessaires pour consigner ou représenter les éléments pertinents d'une démarche de conception, de fabrication ou d'analyse.  La découverte de nouveaux types de matériaux ou de nouvelles propriétés a permis la conception et la fabrication de nouveaux objets techniques dans diverses sphères d'activité.		<ul style="list-style-type: none"> <li>Cahier des charges</li> <li>Schéma de principe</li> <li>Schéma de construction</li> <li>Gamme de fabrication</li> <li>Matériau première</li> <li>Matériau</li> <li>Matériel</li> </ul>	<b>Histoire</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Évolution des matériaux dans le domaine de la construction</li> <li>Phénomène de l'automatisation en milieu de travail</li> <li>Histoire de l'évolution des machines et des outils</li> <li>Inventions</li> </ul>

Programme de formation de l'école québécoise



Concepts généraux	Orientations	Concepts prescrits	Repères culturels possibles
<b>Ingénierie (Suite)</b>			<b>Histoire (Suite)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Denis Papin</li> <li>• Joseph-Armand Bombardier</li> <li>• Alexander Graham Bell</li> <li>• Reginald Fessenden</li> </ul> <b>Économie</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Office de la propriété intellectuelle du Canada (OPIC)</li> </ul>
<b>Systèmes technologiques</b>	<p>Au quotidien, plusieurs systèmes sont utilisés pour augmenter notre confort, satisfaire nos besoins ou nous faciliter la tâche.</p> <p>Un système est un tout qui repose non seulement sur les éléments qui le composent, mais également sur les interactions de ses composantes.</p> <p>Pour fonctionner, tous les systèmes nécessitent des intrants et produisent des extrants qui sont de nature matérielle ou énergétique.</p> <p>Les systèmes technologiques sont une bonne occasion d'observer concrètement les manifestations et les transformations de l'énergie et de concevoir des systèmes dans une perspective de développement durable.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Système (fonction globale, intrants, procédés, extrants, contrôle)</li> <li>• Composantes d'un système</li> <li>• Fonctions mécaniques élémentaires (liaison, guidage)</li> <li>• Transformations de l'énergie</li> </ul>	<b>Interventions humaines</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Électroménagers</li> <li>• Système de chauffage domestique</li> <li>• Système électrique domestique</li> <li>• Système de plomberie domestique</li> </ul> <b>Production et transport d'énergie</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Systèmes de production d'énergie (barrage, centrale thermique, éolienne)</li> <li>• Aqueducs, gazoducs et oléoducs</li> </ul>
<b>Forces et mouvements</b>	<p>L'analyse des objets techniques révèle des manifestations concrètes de la présence de forces et de mouvements. Les forces qui agissent sur les pièces d'un mécanisme sont susceptibles de modifier leurs mouvements et d'exercer des contraintes mécaniques pouvant parfois provoquer des déformations ou des ruptures.</p> <p>L'application du concept de force permet de mieux comprendre certaines machines simples et leur utilisation.</p> <p>L'étude des forces et des mouvements permet également de saisir le fonctionnement des mécanismes de transmission (engrenages, poulies, vis sans fin, etc.) et de transformation du mouvement (comes, bielles, etc.).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Types de mouvements</li> <li>• Effets d'une force</li> <li>• Machines simples</li> <li>• Mécanismes de transmission du mouvement</li> <li>• Mécanismes de transformation du mouvement</li> </ul>	<b>Transport</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ponts</li> <li>• Aviation et aérospatiale</li> <li>• Technologie du transport</li> <li>• Vélo, planche à voile, planche à roulettes</li> </ul> <b>Histoire</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Révolution industrielle</li> </ul>

289

Chapitre 6

Programme de formation de l'école québécoise

Domaine de la mathématique, de la science et de la technologie

Science et technologie

290

## Stratégies, techniques et attitudes

### Stratégies

Les stratégies propres à la science et à la technologie permettent de mener une démarche de résolution de problèmes ou d'explorer et d'étudier les éléments d'une situation. Elles favorisent également les échanges d'information. Elles offrent donc un soutien au développement des compétences et un appui à un travail scientifique et technologique bien organisé. On a choisi ici de regrouper ces stratégies en trois catégories.

#### Stratégies d'exploration

- Diviser un problème complexe en sous-problèmes plus simples.
- Identifier les contraintes et les éléments importants pour la résolution du problème.
- Faire appel à divers modes de raisonnement (ex. induire, déduire, inférer, comparer, classer).
- Explorer diverses pistes de solution.
- Anticiper les résultats de sa démarche.
- Vérifier la cohérence de sa démarche et effectuer les ajustements nécessaires.
- Évoker des problèmes similaires déjà résolus.
- Réfléchir sur ses erreurs afin d'en déterminer la source.

#### Stratégies d'instrumentation

- Recourir à des outils de consignation (ex. schéma, notes, graphique, protocole, journal de bord).
- Sélectionner des techniques ou des outils d'observation.

#### Stratégies de communication

- Recourir à des outils permettant de représenter des données sous forme de tableaux et de graphiques ou de tracer des diagrammes.
- Recourir à des modes de communication variés (ex. exposé, texte, page Web).

### Techniques

Les techniques propres à la science et à la technologie assurent la bonne marche de nombreuses activités relatives à la discipline. Elles renvoient à des procédés méthodiques qui balisent l'application efficace de connaissances théoriques. Ces procédés de travail, qui s'inscrivent dans le déroulement des situations d'apprentissage et d'évaluation, se divisent en deux grandes catégories.

#### Technologie

##### Communication graphique

- Techniques de :
- Dessin
  - Lecture de plans
  - Schématisation
  - Utilisation d'échelles
  - Utilisation d'instruments de dessin

##### Fabrication

- Techniques de :
- Mesurage et traçage
  - Usinage et formage
  - Finition
  - Assemblage
  - Montage et démontage

#### Science

- Techniques de :
- Séparation des mélanges
  - Utilisation sécuritaire du matériel de laboratoire
  - Utilisation d'instruments de mesure
  - Utilisation d'instruments d'observation
  - Conception et fabrication d'environnements (terrariums, aquariums, milieux de compostage, etc.)

### Attitudes

Le programme de science et technologie vise le développement d'attitudes qui facilitent l'engagement de l'élève dans les démarches utilisées et sa responsabilisation par rapport à lui-même et à la société. Les attitudes constituent ainsi un facteur important dans le développement des compétences.

On peut présenter ces attitudes dans deux catégories : les attitudes d'ouverture, qui permettent à l'élève de se montrer réceptif à la diversité des connaissances, des points de vue et des approches possibles en science et technologie ; et les attitudes de rigueur, qui guident la conduite de l'élève et qui sont nécessaires à la bonne marche de l'activité scientifique ou technologique. Ces deux types d'attitudes sont complémentaires et indissociables.

#### Attitudes d'ouverture

- Curiosité
- Écoute
- Sens de l'initiative
- Goût du risque intellectuel
- Esprit d'équipe
- Intérêt pour la confrontation de ses idées à celles de son entourage
- Considération de solutions originales
- Solidarité internationale à l'égard des grands problèmes de l'heure

#### Attitudes de rigueur

- Discipline personnelle
- Rigueur intellectuelle
- Objectivité
- Autonomie
- Persévérance
- Sens du travail méthodique
- Sens du travail soigné
- Sens des responsabilités
- Sens de l'effort
- Coopération efficace
- Souci d'une langue juste
- Souci de la santé et de la sécurité
- Respect de la vie et de l'environnement

Programme de formation de l'école québécoise



### ANNEXE 3

#### LISTE DES DOCUMENTS OFFICIELS CONSULTÉS

---

1. Conseil supérieur de l'éducation (2003). *L'appropriation locale de la réforme : un défi à la mesure de l'école secondaire*. Québec : Gouvernement du Québec.
  2. Conseil supérieur de l'éducation. (1999). *Les enjeux majeurs des programmes d'études et des régimes pédagogiques*. Québec : Gouvernement du Québec.
  3. Conseil supérieur de l'éducation. (1998). *Pour un renouvellement prometteur des programmes à l'école*. Gouvernement du Québec. Québec.
  4. Conseil supérieur de l'éducation (2000). *Le projet de régime pédagogique du préscolaire, du primaire et du secondaire quelques choix cruciaux*. Québec : Gouvernement du Québec
  5. Conseil supérieur de l'éducation (2007b). *Les projets pédagogiques particuliers au secondaire : diversifier en toute équité*. Québec : Gouvernement du Québec.
  6. Conseil supérieur de l'éducation (2007a). *Soutenir l'appropriation des compétences transversales et des domaines généraux de formation*. Québec : Gouvernement du Québec.
  7. Conseil supérieur de l'éducation (2011). *L'intégration des apprentissages : des visées ambitieuses à poursuivre. Projet de règlement modifiant le Régime pédagogique de l'éducation préscolaire, de l'enseignement primaire et de l'enseignement secondaire*. Québec : Gouvernement du Québec
  8. Conseil supérieur de l'éducation (2009a). Une école secondaire qui s'adapte aux besoins des jeunes pour soutenir leur réussite, Québec : Gouvernement du Québec.
  9. Conseil supérieur de l'éducation (2009b). Une école secondaire qui s'adapte aux besoins des jeunes pour soutenir leur réussite, Version abrégée, Québec : Gouvernement du Québec.
  10. Conseil supérieur de l'éducation (2010). Pour une évaluation au service des apprentissages et de la réussite des élèves, Québec : Gouvernement du Québec.
  11. Commission des programmes d'études (1998). *L'enseignement des sciences et de la technologie dans le cadre de la réforme du curriculum du primaire et du secondaire*. Québec : Gouvernement du Québec.
  12. Commission des programmes d'études (2003). *Approbation du Programme de formation de l'école québécoise. Enseignement secondaire - Premier cycle*. Québec : Gouvernement du Québec
  13. Ministère de l'Éducation du Québec (1996). *Les États généraux sur l'éducation 1995-1996. Exposé de la situation*. Québec : Gouvernement du Québec.
  14. Ministère de l'Éducation du Québec (1997b). *L'école, tout un programme. Énoncé de politique éducative*. Québec : Gouvernement du Québec.
  15. Ministère de l'Éducation du Québec (1997a). *Réaffirmer l'école. Prendre le virage du succès. Rapport du groupe de travail sur la réforme du curriculum*. Québec : Gouvernement du Québec
  16. Ministère de l'Éducation du Québec (1997c). *Prendre le virage du succès. Plan d'action ministériel pour la réforme de l'éducation*. Québec : Gouvernement du Québec.
  17. Ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport (2005). *Le renouvellement pédagogique : ce qui définit « le changement » préscolaire, primaire, secondaire*. Québec : Gouvernement du Québec
  18. Ministère de l'éducation du Québec. (2004). *Évaluation des aspects pédagogiques du matériel didactique*. Enseignement primaire et secondaire. Québec : Gouvernement du Québec.
  19. Ministère de l'éducation, du loisir et du sport. *le socioconstructivisme, un cadre de référence pour un curriculum par compétences curriculum de la formation générale de base version provisoire mai 2005*. Québec : Gouvernement du Québec
  20. Ministère de l'Éducation du Québec (2006). *Programme de formation de l'école québécoise. Enseignement secondaire, 1<sup>er</sup> cycle*. Québec : Gouvernement du Québec.
  21. Ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport (2006). *Poursuivre le renouvellement pédagogique*. Québec : Gouvernement du Québec
  22. Ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport (2005). *Le renouvellement pédagogique : ce qui définit « le changement » préscolaire, primaire, secondaire*. Québec : Gouvernement du Québec
-

## ANNEXE 4

### GUIDE D'ENTREVUE PRÉ-ENREGISTREMENT



#### ENTREVUE PRÉ-ENREGISTREMENT

#### **A. Enseigner quoi? Pourquoi? En se basant sur quelle(s) approche(s) ou démarche(s)?**

Afin de contextualiser l'enregistrement de votre situation d'enseignement et de mieux comprendre ce qui se passe dans la classe, je vais vous poser quelques questions qui portent sur les contenus enseignés, les démarches et les approches pédagogiques utilisées, les difficultés potentielles reliées à l'enseignement de ce cours et les ressources didactiques utilisées.

#### **1. Les premières questions portent sur les savoirs (ou les contenus) disciplinaires visés par la situation d'enseignement**

- 1.1 Quels sont les **savoirs (ou les contenus) disciplinaires que vous** souhaitez que les élèves apprennent dans les prochaines périodes qui seront enregistrées?
  - Si pas de contenus, pourquoi? (*passez à la question 2*)
- 1.2 Que souhaitez-vous **que les élèves retiennent de ces contenus** (ou de ces savoirs disciplinaires) visés par les X prochaines périodes qui seront enregistrées?
- 1.3 Est-ce qu'il y a des savoirs que vous avez **déjà enseignés dans d'autres cours** et que vous souhaitez que les élèves mobilisent dans le cours enregistré? Si oui, lesquels?
- 1.4 Est-ce que les contenus visés par les prochaines périodes présentent **des difficultés pour vos élèves**? Si oui, lesquelles?
- 1.5 Est-ce que les contenus visés par les prochaines périodes présentent **des difficultés pour vous**? Si oui, lesquelles?

## 2. Maintenant, nous abordons le déroulement des cours

2.1 Pourriez-vous nous décrire **le déroulement** des prochaines périodes, en précisant **vos principales tâches et les tâches que les élèves** auront à réaliser en lien avec les apprentissages visés?

2.2 Parmi les tâches que vous venez de décrire, lesquelles **vous semblent mieux favoriser les apprentissages** des élèves?

Pourquoi?

2.3 Vous venez de nous décrire de manière détaillée les périodes qui seront enregistrées. Maintenant, pouvez-vous nous dire comment ces périodes s'inscrivent dans l'ensemble de la SAE, si celle-ci est composée de plus de X périodes.

- Pour répondre à cette question nous vous demandons d'expliquer **très brièvement** le **lien entre les X périodes** que vous venez de décrire et les autres périodes qui composent la SAE?

2.4 Est-ce que le déroulement des périodes que nous allons enregistrer **fait appel à une démarche ou des méthodes propres** aux sciences et technologies (*ou aux mathématiques, si enseignant de mathématiques*)?

R. *Est-ce que le déroulement de ces cours fait appel à une manière d'enseigner propre aux sciences et technologies (ou aux mathématiques) (différente de celle qu'on peut utiliser avec domaines d'apprentissage)?*

- **Si oui :**

- a. De quelle méthode ou démarche s'agit-il?
- b. D'une manière générale, pour vous, en quoi consiste cette démarche et qu'est-ce qui la **caractérise**?
- c. Est-ce que le recours à cette démarche présente des **difficultés ou des défis pour vos élèves**? Si oui, lesquels?
- d. Est-ce que le recours à cette démarche présente des **difficultés ou des défis pour vous**? Si oui, lesquels?

- **Si non :**

Pourquoi?

- 2.5 Est-ce que la SAE qui sera enregistrée fait appel à **une approche pédagogique autre** que les méthodes ou-démarches dont nous venons de parler?
- a. Pourquoi avez-vous choisi de recourir à cette approche dans ce cours?
  - b. D'une manière générale, pour vous, qu'est-ce qui caractérise cette approche, ou : en quoi consiste cette approche?)
  - c. Est-ce que le recours à cette approche présente des difficultés ou des défis pour vos élèves?
  - d. Est-ce que le recours à cette approche présente des difficultés ou des défis pour vous?

**Si non** (*passer à la question suivante*)

### **B. En utilisant quelles ressources?**

Maintenant, nous abordons le matériel didactique que vous avez utilisé **pour préparer et pour enseigner** la SAE que nous allons enregistrer.

3. **Quel** matériel didactique (**quelle collection**) **avez-vous utilisé pour** préparer et pour enseigner **la SAE qui sera enregistrée?**

*Si aucun, pourquoi?*

- 3.1 Quelle composante de ce matériel (le manuel de l'élève, le guide de l'enseignant, etc.) avez-vous utilisée pour la préparation de ce cours?
- 3.2 Comment avez-vous utilisé cette composante?
- 3.3 En quoi ce matériel didactique vous a-t-il été utile pour la préparation?
- 3.4 En quoi ce matériel didactique vous a-t-il été utile pour l'enseignement en classe?



3.5 Pour vous, quels sont les avantages ou les points forts de ce matériel didactique?

3.6 Quelles sont les limites de ce matériel didactique?

4. Avez-vous utilisé **d'autres ressources** (imprimées ou informatiques) pour **préparer ou pour enseigner les prochaines périodes qui seront enregistrées**?

*R2: Avez-vous utilisé d'autres moyens, d'autres outils, etc.?*

• **Si oui:**

4.1 Lesquels?

4.2 En quoi vous ont-ils été utiles pour **la préparation et l'enseignement** de ces cours?

4.3 Pour vous, quels sont les avantages ou les points forts de ces ressources?

4.4 Pour vous, quels sont les désavantages ou les limites de ces ressources?

### C. Autres

L'entrevue étant maintenant terminée, nous souhaitons vous demander trois petites informations supplémentaires.

1. Est ce que vous acceptez de nous laisser une copie de votre planification si vous l'avez préparée par écrit?
2. Est ce que vous acceptez de nous fournir une copie des travaux des élèves? (*Si oui, s'entendre sur la modalité*)
3. Avez-vous des informations ou des commentaires dont vous aimeriez nous faire part?

---

*Je vous remercie beaucoup pour le temps que vous nous avez accordé.*

## ANNEXE 5

### GUIDE D'ENTREVUE POST-ENREGISTREMENT



### GUIDE D'ENTREVUE POST-ENREGISTREMENT

1. Y a-t-il **des événements marquants ou inattendus** que vous avez constatés durant le cours?
  - Si oui:**
    - Lesquels?
    - En quoi sont-ils marquants ou inattendus?
  
2. Est-ce que **le contenu d'apprentissage (le savoir disciplinaire)** a changé par rapport à ce qui a été prévu dans la planification?
  - **Si oui:**  
En quoi consiste ce changement?
  
3. Est-ce que le **déroulement du cours** a changé par rapport à ce qui a été prévu dans la planification?
  - **Si oui :**  
En quoi consiste ce changement?
  
4. Est-ce que le cours que vous venez de donner a présenté des **difficultés pour vos élèves**?
  - **Si oui :**  
Lesquelles?
  
4. Est-ce que le cours que vous venez de donner a présenté des **difficultés pour vous comme enseignant (e)**?
  - **Si oui :**  
Lesquelles?

6. Si vous **aviez à refaire** cette activité, la referiez-vous de la même manière?
- **Si non :**
    - b) Qu'est-ce que vous changeriez?
7. Après avoir vécu cette activité, quelle est votre **opinion** sur l'apport du **matériel didactique ou des autres ressources** que vous avez utilisés pour planifier et pour enseigner votre cours?
8. Avez-vous d'autres remarques ou commentaires?

---

*Je vous remercie beaucoup pour le temps que vous nous avez accordé.*

## ANNEXE 6

### PORTRAIT DES DONNÉES UTILISÉES AINSI QUE LE CORPUS CIBLÉ

Données utilisées	Corpus ciblé
<b>1. La place des savoirs disciplinaires</b>	
Entrevues pré-enregistrement	<p><b>Réponses des enseignants aux questions suivantes :</b></p> <p>Quels sont les <b>savoirs (ou les contenus) disciplinaires</b> que vous souhaitez que les élèves apprennent dans les prochaines périodes qui seront enregistrées?</p> <p>Que souhaitez-vous que <b>les élèves retiennent de ces contenus</b> (ou de ces savoirs disciplinaires) visés par les prochaines périodes qui seront enregistrées?</p> <p>Est-ce que <b>les contenus visés</b> par les prochaines périodes présentent des difficultés pour vous et pour vos élèves? Si oui, lesquelles?</p> <p><b>Réponses des enseignants à la question suivante :</b></p> <p>Est-ce qu'il y a des savoirs que vous avez déjà enseignés dans d'autres cours et que vous souhaitez que les élèves mobilisent dans le cours enregistré? Si oui, lesquels?</p>
Entrevues post-enregistrement	Est-ce que <b>le contenu d'apprentissage</b> (le savoir disciplinaire) a changé par rapport à ce qui a été prévu dans la planification? Et si oui, en quoi consiste ce changement?
Enregistrements vidéo	Discours des élèves et de l'enseignant; Tâches des élèves et de l'enseignant



## 2. Les caractéristiques de l'enseignement par projets en sciences et technologies

---

### Réponses des enseignants aux questions suivantes :

- Est-ce que la période qui sera enregistrée fait appel à une approche pédagogique quelconque?
- a. Pourquoi avez-vous choisi de recourir à cette approche dans ce cours?
- b. D'une manière générale, pour vous, qu'est-ce qui caractérise cette approche, ou : en quoi consiste cette approche?)
- c. Est-ce que le recours à cette approche présente des difficultés ou des défis pour vos élèves?
- d. Est-ce que le recours à cette approche présente des difficultés ou des défis pour vous?
- Entrevues pré-enregistrement

### Réponses des enseignants aux questions suivantes :

Pourriez-vous nous décrire le déroulement des prochaines périodes, en précisant vos principales tâches et les tâches que les élèves auront à réaliser en lien avec les apprentissages visés?

Vous venez de nous décrire de manière détaillée les premières périodes qui seront enregistrées.

Maintenant, pouvez-vous nous dire comment ces périodes s'inscrivent dans l'ensemble de la SAE?

Pour répondre à cette question, nous vous demandons d'expliquer le lien entre les périodes que vous venez de décrire et les autres périodes qui composent la SAE?

---

Enregistrements  
vidéo

Discours des élèves et de l'enseignant; Tâches des élèves et de l'enseignant

---

Entrevues post-  
enregistrement

Est-ce que le déroulement du cours a changé par rapport à ce qui a été prévu dans la planification? Si oui, en quoi consiste ce changement?

---

### 3. Les liens entre les savoirs dans le cadre du projet

---

#### Réponses des enseignants aux questions suivantes :

Entrevues pré-enregistrement	<p>Pourriez-vous nous décrire le déroulement des prochaines périodes, en précisant vos principales tâches et les tâches que les élèves auront à réaliser en lien avec les apprentissages visés?</p> <p>Parmi les tâches que vous venez de décrire, lesquelles vous semblent mieux favoriser les apprentissages des élèves?</p> <p>Quel matériel didactique avez-vous utilisé pour préparer et pour enseigner le cours qui sera enregistré?</p> <p>Quelle composante de ce matériel (le manuel de l'élève, le guide de l'enseignant, etc.) avez-vous utilisée pour la préparation de ce cours? Comment avez-vous utilisé cette composante?</p> <p>En quoi ce matériel didactique vous sera utile pour l'enseignement en classe?</p> <p>Avez-vous utilisé d'autres ressources (imprimées ou informatiques) pour préparer ou pour enseigner ce cours? Si oui lesquelles?</p> <p>En quoi vous ont-elles été utiles pour la préparation et l'enseignement de ce cours?</p>
Enregistrements vidéo	Discours des élèves et de l'enseignant; Tâches des élèves et de l'enseignant
Entrevues post-enregistrement	Est-ce que le déroulement du cours a changé par rapport à ce qui a été prévu dans la planification? Si oui, en quoi consiste ce changement?

---

# **ANNEXE 7** **EXEMPLE D'UN SYNOPSIS EXTRAIT DES TRAVAUX DE** **TIBERGHIEU ET SES COLLABORATEURS**

Tps	Org	Activité et thème	Ress	Phases didactiques	Actions		Description du contenu
					Prof	Elèves	
38-40	C-E	.... Effets d'une force	ballon	.... Réalisation d'expérience	Répond en exposant		<i>Ensuite le ballon qui descendait et puis il a eu un choc et sa trajectoire a changé, c'était l'action de la main sur le ballon ensuite on avait un aimant ,une bille d'acier dont la trajectoire s'est déviée sous l'action de l'aimant</i>
40-42					Ecrit au tableau en exposant	Copient	<b>Les effets d'une force : une force s'exerçant sur un objet peut :</b> - le déformer - le mettre en mouvement - modifier son mouvement <i>qui peut avoir deux aspects/ changer sa vitesse et / ou sa trajectoire</i>
42-44							
44-46		interaction		développement	Expose en posant questions		Si au lieu de ce ballon c'était celui de basket en lui donnant une tape je vais avoir plus du mal et c'est car le ballon exerce une force sur ma main lors du choc et de même pour ce ballon mais ici la sensation est plus faible donc si ma main agit sur le ballon en même temps le ballon agit sur ma main

Tableau 2 : extrait d'un synopsis d'une séance (classe 2). (Sowayssi, 2005)

Ce tableau fait apparaître des découpages différents dans le temps pour chaque dimension. Cette différence met en évidence la complexité d'une classe : chaque dimension même si elle est dépendante des autres peut avoir un découpage dans le temps spécifique. Ainsi, les phases didactiques et les thèmes peuvent avoir des durées différentes.

Tiré de, Tiberghien, A., Malkoun, L., Buty, C., Souassy, N., et Mortimer, E. (2007). Analyse des savoirs en jeu en classe de physique à différentes échelles de temps. In G. Sensevy et A. Mercier (Eds.), *Agir ensemble : Eléments de théorisation de l'action conjointe du professeur et des élèves* (p. 93-122). Rennes : PUR.

**ANNEXE 8**  
**LES THÈMES<sup>85</sup> DE SAVOIR TRAITÉS EN CLASSE ET LES**  
**INTENTIONS DÉCLARÉES**

<b>Intentions déclarées</b>	<b>Thèmes abordés en classe et leur statut dans les projets</b>
<b>P1</b> Nommer les planètes dans l'ordre Déterminer les échelles adéquates pour les représenter	<b>Univers Terre et espace</b> <i>Système solaire (30 %)</i> <b>Domaine des mathématiques (60 %)</b> [Conversion des unités métriques (1 %); Notation scientifique (6 %); Échelles mixtes (53 %)]
<b>P2</b> Comprendre l'utilité et le fonctionnement du cahier des charges  Comprendre la diversité des adaptations végétales selon les milieux, les environnements et les écosystèmes	<b>Univers technologique (44 %)</b> <i>Cahier des charges (16 %) [Définition et contraintes appliquées à la conception du dispositif demandé]; Élaboration d'une solution qui tient compte des contraintes (18 %); Mise en œuvre de la solution retenue en utilisant le matériel disponible en classe (10 %)]</i> <b>Univers vivant (14 %)</b> <i>Adaptations végétales : Facteurs et agents de dissémination des graines</i> <b>Domaines des mathématiques (14 %)</b> Calcul d'une facture (14 %) : Prix de revient du dispositif
<b>P3</b> Comprendre que les adaptations sont en lien direct avec leur habitat, leur milieu et les vivants qui les occupent	<b>Univers vivant (38 %)</b> Caractéristiques alimentaires et comportementales d'un animal <b>Compétence transversale, se donner des méthodes de travailles efficaces (18 %)</b> [l'élaboration d'un échéancier des différentes étapes du projet] <b>Réalisation d'une affiche ou une maquette ou une présentation PowerPoint (selon le choix des équipes) (24 %)</b> [Critères d'évaluation d'une communication; Communication orale des résultats de recherche]

---

<sup>85</sup> Afin de faciliter le repérage, nous avons noté les savoirs nouveaux dans les projets en caractères italiques. Les pourcentages entre parenthèses indiquent les temps consacrés aux éléments constitutifs de chaque thème lorsque les données permettent de les isoler clairement. Dans le cas impossible, nous les incluons dans le thème qui les englobe. Cette division ne change rien à notre niveau d'analyse, car le calcul du temps consacré des thèmes est indépendant de cette division.



<p><b>P4</b></p> <p>Se représenter l'impact des ondes sismiques sur la croûte terrestre</p> <p>Faire le lien entre les répartitions des séismes et des volcans à l'échelle planétaire</p> <p>Comprendre les principaux phénomènes associés aux mouvements des plaques tectoniques et des volcans</p>	<p><b>Univers Terre et Espace (65 %)</b></p> <p><i>Effets observables des séismes et des volcans (11 %)[</i>  <i>La tectonique des plaques (54 %) [Observation de la Pangée (5 %); Observation de la répartition des séismes et des volcans à l'échelle planétaire; Éléments de la structure terrestre (5 %) (définitions); Mouvement des plaques (11 %)]</i><i>Définitions et observation sur une animation flash (expansion océanique, subduction, collision); Observation d'un modèle analogique de l'expansion océanique (11 %); Observation d'un modèle analogique des effets des séismes (11 %); Observation d'un modèle analogique de la subduction (11%)];</i></p> <hr/> <p><b>Univers technologique</b></p> <p>Effet des forces appliquées aux mouvements des plaques (22 %)</p> <hr/> <p><b>Évaluation écrite finale portant sur l'ensemble des thèmes (10 %)</b></p>
<p><b>P5</b></p> <p>Élaborer et mettre en œuvre un protocole expérimental qui permet de trouver la relation entre la pression, la force et la surface de contact</p>	<p><b>Élaboration d'un protocole expérimental</b> permettant de modéliser la relation entre la pression, la force et la surface de contact (20 %);</p> <p><b>Mise en œuvre d'expérimentations (46 %)</b> [(les étapes d'une démarche expérimentale); Recueillir des données, représenter les données sur un graphique, dégager une loi mathématique à partir du graphique; appliquer cette loi pour déterminer</p> <p>Dessin technique d'un plan de raquette (25 %)</p>
<p><b>P6</b></p> <p>Distinguer les différentes espèces d'un milieu</p> <p>Créer une chaîne alimentaire</p> <p>Produire des diagrammes à bandes représentatifs des résultats des dénombrements et les interpréter</p>	<p><b>Univers vivant (60 %)</b></p> <p>Clés dichotomiques (16 %)</p> <p>Données d'un tableau de dénombrement d'espèces (10 %)</p> <p><i>Caractéristiques alimentaires des vivants (11 %)</i></p> <p><i>Chaîne alimentaire (7 %)</i></p> <p><i>Habitat - Facteurs biotiques et abiotiques (3 %)</i></p> <p><i>Construction d'un réseau de concepts (13 %)</i></p> <hr/> <p><b>Domaine des mathématiques (22 %)</b></p> <p>Construction des diagrammes à bande des espèces</p>

# **ANNEXE 9** **DIAGRAMMES DE CODAGES DES SÉQUENCES VIDÉO EXPORTÉES** **DU LOGICIEL *STUDIOCODE***

<b>Projet P1 (S1)</b>	
Organisation de la classe	2 4 5
Inst-classe	
Travail-GG	1 2 3
Transition	
Travail-EQ	1 2
Travail-IND	
Fin de période	1
Thèmes abordés	
Système solaire-Définitions	1
Conversion d'unités	
Notation scientifique-Grands nombres	1 2
Echelle	1
<b>Projet P2 (S2)</b>	
Organisation de la classe	2 3 4 5 7
Inst-classe	
Travail-GG	1 2 3
Transition	
Travail-IND	
Travail-EQ	1 2
Fin de période	
Thèmes abordés	
Cahier des charges-définition	1 2 3
Contraintes d'un cahier des charges	1 2
Dissémination-graines (facteurs et agents)	1 2
Règles de schématisation	
Conception technologique	
Fabrication-dispositif	
Test- dispositif	
Calcul d'une facture	
<b>Projet P3 (S3)</b>	
Organisation de la classe	2 4 5 6
Inst-classe	
Travail-GG	2 3 4
Transition	
Travail-EQ	1
Travail-IND	
Fin de période	
Thèmes abordés	
Élaboration d'un échéancier	1 2
Caractéristiques alimentaires et comportementales	1
Production d'une présentation	1
Critère d'évaluation d'une présentation	
Présentation des animaux inventés	

### Projet P4 (S4)

Organisation de la classe	
Inst-classe	
Travail-GG	3 3 4 5 6 7 8 9
Travail-EQ	1 2 3 4 5
Travail-IND	1
Transition	
Fin de période	
Thèmes abordés	
Effets observables des séismes et des volcans	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19
La tectonique des plaques	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19
Les plaques tectoniques de la terre-Pangée	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19
Répartition des séismes	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19
Répartition des volcans	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19
Structure terrestre	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19
Mouvement des plaques	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19
Simulation des effet des séismes	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19
Simulation de la subduction	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19
Simulation de l'expansion océanique	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19
Effet des forces appliqués à la tectonique	

### Projet P5 (S5)

Organisation de la classe	1
Inst-classe	
Travail-GG	1
Transition	
Travail-EQ	
Travail-IND	1
Fin de période	
Thèmes abordés	
Élaboration d'un protocole expérimental	1
Expérimentations	
Conception du plan final	

### Projet P6 (S6)

Organisation de la classe	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Inst-classe	
Travail-GG	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Travail-EQ	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Thèmes abordés	
Clés dichotomiques	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Données d'un tableau de dénombrement d'espèces	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Diagrammes à bande des espèces	1 2 3 4 5 6 7 8 9
Caractéristiques alimentaires des vivants	
Chaîne alimentaire	
Habitat - Facteurs biotiques et abiotiques	
Réseau de concept-construction	

## ANNEXE-10

### EXEMPLE D'UNE AFFICHE PRÉSENTÉE PAR DES ÉLÈVES DANS LE CADRE DU PROJET P3

Les élèves devaient piger 3 contraintes lors de la mise en situation :

- A) Dans quel type d'écosystème vit votre animal?
- B) Quel est son régime alimentaire?
- C) Comment se déplace-t-il?

Un dossier de presse contenant les caractéristiques de certains animaux a été remis aux élèves pour rechercher des informations pouvant les aider dans leurs recherches.

#### Affiche d'une équipe :

##### Contraintes pigées :

- 1) Mange de l'écore
- 2) Nage
- 3) Vie dans un archipel tropical

Nom de l'animal inventé : **Chacaminouille**

##### Caractéristiques :

###### Cha :

Oreilles de lynx, pour mieux entendre ses prédateurs

Yeux de chat pour mieux voir la nuit ses prédateurs

###### Ca :

Caméléon, peau de caméléon avec 12 couches de peau, capte les pigments de couleur dans la lumière pour changer la couleur de sa peau.

###### Nouille :

Peau de grenouille, système de respiration un évent comme un orque, après quelques heures il sort de l'eau afin d'expulser l'air chaud (brume).

Peau d'amphibien riche en capillaires sanguins qui lui permettent d'aspirer l'O<sub>2</sub> dans l'air, il a aussi des poumons.

Il a des pattes de grenouilles gluantes et des griffes de chat.

Une queue de castor qui lui sert de gouvernail.

##### Alimentation :

Il mange des algues, 2 estomacs afin de bien digérer les algues.

Dents de castors afin d'arracher les algues sur les roches au fond de l'eau. Avec ses griffes de chat, il prélève l'écorce. Il a des molaires grosses et plates il peut mastiquer l'écorce.



Il vit dans les arbres la nuit où il entend ses prédateurs qui sont des reptiles et dans l'eau les requins et les pieuvres.

**Système de reproduction :**

Monte dans les arbres et pousse des cris aigus pour attirer la femelle.

**Enterre ses œufs** comme une tortue.

Les bébés sortent du sable et c'est le père qui s'en occupe et les accroche sur son dos. Les bébés se décrochent pour aller **téter leur mère**.

Il vit sur les îles Galapagos.

Il fait toujours chaud parce qu'avec leur peau ils auraient froid très vite.

Il a de la nourriture et de l'eau en abondance, il a tout ce qu'il lui faut.

